

Fundación

AON

España

Barómetro de las Catástrofes en España 2021

23 de noviembre de 2022

Índice

| | |
|------------------------------------------------------------|----|
| Carta del Presidente del Observatorio de Catástrofes | 2 |
| Resumen ejecutivo | 4 |
| Motivación | 6 |
| 1. Coste asegurado de las catástrofes | 8 |
| 2. Impacto sobre el tejido productivo y el empleo..... | 10 |
| 3. Coste humano de las catástrofes naturales | 16 |
| 4. Impacto sobre las infraestructuras críticas | 24 |
| 5. Vulnerabilidad social frente a las catástrofes | 31 |
| Conclusiones y recomendaciones..... | 39 |
| Bibliografía..... | 42 |

Carta del Presidente del Observatorio de Catástrofes

Estamos inmersos en un contexto de crisis mundial al borde de la recesión, sufriendo primero una pandemia y ahora una problemática energética e inflacionista agravada por la guerra de Ucrania y las tensiones geopolíticas. Asimismo, estamos viviendo una era en la que los desastres naturales son cada vez más frecuentes y severos. Los eventos climatológicos extremos provocan no solo graves daños materiales, sino personales, con unas consecuencias en algunos casos devastadoras e irreparables. Pareciera ser que vivimos una situación desesperada y crítica que nos puede hacer pensar, como dijo William Shakespeare en *La Tempestad*, que “el infierno está vacío y todos los diablos están aquí”.

En este escenario, en el Observatorio de Catástrofes de la Fundación Aon, hemos decidido, y son nuestros objetivos clave: cuantificar los impactos de los desastres naturales, obtener y sistematizar criterios para prevenir eventos futuros y reducir las pérdidas humanas y económicas. Esta es la razón por la que elaboramos el Barómetro Anual de Catástrofes, el primer informe en su modalidad en España, en el que hemos analizado los 10 eventos más relevantes en función de su severidad. Contiene capítulos sobre el impacto socioeconómico, análisis del coste humano, valoración de las infraestructuras críticas afectadas e índices de resiliencia y vulnerabilidad. Asimismo, incluye mapas con los focos de localización más críticos y recomendaciones para actuar ante estos eventos de forma adecuada, con medidas preventivas y de autoprotección.

El año 2021 se ha caracterizado por la sucesión de varios de los desastres naturales más costosos en el histórico reciente, tanto en España como a nivel global.

En lo que se refiere a España, el coste total de los fenómenos extremos ascendió aproximadamente a 3.600M€ (incluyendo los impactos en bienes, PIB directo e indirecto e infraestructuras críticas no alimentarias), de los que 2.300M€ estarían asegurados.

El coste asegurado, en euros constantes, ha sido el mayor de la serie 2016–2021, con un incremento del 62,5% por este concepto a consecuencia de eventos como la erupción del volcán de La Palma, que supuso la gestión de más de 10.000 expedientes, con un coste de más de 230M€ para el Consorcio de Compensación de Seguros, un siniestro volcánico al que nunca se había enfrentado el seguro español. Otros desastres como la Tormenta Filomena, las DANAS, el pedrisco o las inundaciones han contribuido a engrosar la factura económica, sobre todo en el último trimestre del año.

En 2020 la estimación del coste asegurado supuso 1.331M€, lo que hace que 2021 se sitúe como el peor ejercicio de los últimos 6 años, con una marcada diferencia de un 29% superior al siguiente peor año 2019, que alcanzó los 1.802M€ de coste asegurado. Sin embargo, en términos de coste humano, 2021 ha supuesto menos pérdidas humanas, con 19 personas fallecidas, el dato más bajo de la serie de 27 años analizada.

A nivel global el panorama no ha sido muy diferente del vivido durante 2021 en España, los 130.000M\$ de coste asegurado estimado por Aon en su informe *2021 Weather Climate and Catastrophe Insight* han supuesto un incremento del 19,3% de la misma cifra estimada en 2020, dejando un año que ha supuesto el segundo peor en el periodo 2016–2021, solo superado por 2017, en el que los incendios de California, los terremotos en México y la peor temporada de huracanes en más de un siglo supusieron unas pérdidas aseguradas de 170.000M\$. A estos efectos, el huracán Ida, las tormentas invernales en Estados Unidos y las inundaciones en Europa son los tres mayores eventos de 2021 que configuran un listado global de desastres naturales que han devuelto unos resultados de pérdidas que confirman la tendencia creciente de la incidencia de estos episodios.

Por tanto, 2021 ha supuesto para España un año en el que las pérdidas a consecuencia de los eventos de la naturaleza han alcanzado su máximo nivel en los últimos 6 años, de manera amplificada en comparación con las consecuencias observadas a nivel global.

Para elaborar el Barómetro de Catástrofes 2021 contamos con un Comité Científico formado por la Fundación Aon e instituciones como el Consorcio de Compensación de Seguros, representada por Francisco Espejo Gil, Subdirector de Estudios y Relaciones Internacionales; Agroseguro, representada por José Carlos Sánchez Blázquez, Director Área de Siniestros; el Instituto de la Ingeniería de España, representada por Carlos Rodríguez, Director General; las sedes académicas de nuestra Cátedra de Catástrofes, con Raquel Caro, de la Universidad Pontificia Comillas ICAI-ICADE, y Leire Labaka, de la Escuela de Ingeniería Tecnun de la Universidad de Navarra; Aon Reinsurance Solutions, representada por Juan Antonio Sánchez Utrilla, Director Data Analytics; y Analistas Financieros Internacionales (Afi), representada por Verónica López, Diego Vizcaíno y Javier Serrano. Asimismo, han aportado gran valor el análisis del coste humano por parte de la Doctora en Ciencias Económicas, Victoria de Elizagarate, y las contribuciones de datos por parte de Antonio Guardiola de la Patronal UNESPA; de Ángel Goya de Protección Civil; del Coronel Miguel Ángel Martínez Ávila de la Unidad Militar de Emergencias (UME); y de José Luis Borau de la Fundación ONCE. A todos ellos doy desde aquí las gracias por su inestimable colaboración.

Esperando que este informe que presentamos cumpla las expectativas y los objetivos que nos hemos marcado, les anuncio ya el compromiso de la Fundación Aon de aportar valor y soluciones de manera sostenible a la sociedad, ya inmersos en la elaboración del Barómetro anual de Catástrofes el 2022, año en el que hasta la fecha parece que está resultando un ejercicio relativamente estable en cuanto a grandes desastres en términos de coste económico en nuestro país. Sin embargo, fenómenos como la sequía (España se ha sumado a la Alianza Internacional de Resiliencia ante la Sequía, presentada en la COP27 de Egipto), las olas de calor o los incendios forestales -que han arrasado 300.000 hectáreas agrícolas y forestales en la peor y más dura campaña de los últimos años, en la que la UME tuvo que intervenir en 54 ocasiones en 11 escenarios diferentes, 30.000 personas fueron evacuadas de forma preventiva, fallecieron 4 personas y 90 resultaron heridas-, han tenido un alto impacto social y coste humano y habrán de ser objeto de análisis en la próxima edición.

Pedro Tomey

Presidente del Observatorio de Catástrofes de la Fundación Aon España

Resumen ejecutivo

Durante el año 2021 hemos sido testigos de catástrofes naturales o accidentales, que han causado destrucción y daño a bienes y personas, provocando cuantiosas pérdidas económicas en España ese año. Tomando como referencia únicamente aquellos bienes asegurados, **los costes derivados de estos fenómenos extremos ascendieron a más de 2.320 millones de euros**, siendo las indemnizaciones abonadas por este tipo de eventos un **63% superiores a las de 2020 y un 29% superiores a las de 2019** (en euros constantes).

Además, las catástrofes naturales provocaron que las **empresas españolas dejaran de ingresar alrededor de 1.500 millones** de euros de manera directa. El 99% de esa pérdida de facturación se concentró en las actividades **agrícolas y ganaderas**, con diferencia el sector más expuesto a los fenómenos meteorológicos.

En términos de PIB, el impacto negativo sobre las empresas directamente afectadas alcanzaría los 386 millones de euros, a los que habría que añadir los 740 millones de impacto indirecto e inducido sobre otras empresas de su cadena de valor. Así, el impacto total sobre el PIB de las catástrofes naturales en España ascendería a **1.126 millones de euros, el equivalente al 0,1% del PIB** español de 2021. Esta contracción económica se tradujo en una pérdida de alrededor de **23.000 puestos de trabajo**, la mitad de ellos en empresas auxiliares de la cadena de valor de aquellas directamente afectadas por las catástrofes.

En términos de coste humano, el año 2021 ha sido, afortunadamente, el de menor número de pérdidas humanas por desastres naturales, ascendiendo estas a un total de 19, el dato más bajo de la serie de veintisiete años analizados. La primera causa de muerte en 2021 han sido por causas que agrupan las muertes por deslizamientos de terreno, aludes, temporal de nieve, coincidiendo con el temporal de la denominada “tormenta Filomena”. La segunda causa de muerte han sido las olas de calor. Tres Comunidades Autónomas, Andalucía, Cataluña, y Asturias, concentran cerca del 70% del total de pérdidas humanas ocasionadas por desastres naturales en 2021.

Con el propósito de profundizar más en su impacto y obtener hallazgos más ricos y novedosos, se han analizado los 10 eventos más importantes ocurridos en nuestro país en 2021.

Se ha estimado que el impacto de estas diez catástrofes en las infraestructuras críticas fue de más de 522 millones de euros, con el pedrisco y las lluvias ocurridas entre mayo y junio como los eventos que mayor impacto económico generaron en las infraestructuras críticas, seguidos por las heladas en abril. Las heladas y la nevada fueron los eventos cuyos impactos afectaron a un mayor número de infraestructuras críticas y que provocaron los mayores daños durante el año 2021.

En términos de vulnerabilidad social, los resultados suponen una primera aproximación científica a su medición frente a las catástrofes y suponen un punto de partida necesario a través del cual seguir haciendo camino en el trabajo para la prevención del impacto catástrofes naturales.

Eventos naturales que más daños observables (indemnizaciones abonadas) provocaron en España en 2021

| Inicio | Duración | Evento | Zonas afectadas | Coste asegurado |
|---------------|-----------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1 enero | 19 días | Nevada, helada e inundación (Filomena) |  | 505 millones € |
| 1 enero | 31 días | Serie sísmica |  | 18 millones € |
| 19 marzo | 6 días | Helada |  | 83 millones € |
| 12 abril | 8 días | Helada |  | 20 millones € |
| 23 mayo | 32 días | Pedrisco y lluvia |  | 120 millones € |
| 14 agosto | 5 días | Viento y golpe de calor |  | 10 millones € |
| 1 septiembre | 90 días | Erupción volcánica (La Palma) |  | 233 millones € |
| 1 septiembre | 2 días | DANA (Gota fría) |  | 78 millones € |
| 13 septiembre | 13 días | DANA (Gota fría) |  | 99 millones € |
| 1 diciembre | 31 días | Inundación |  | 96 millones € |

Fuente: Afi a partir de Agroseguro y Consorcio de Compensación de Seguros

En definitiva, **el coste total de las catástrofes anuales en España ascendería a alrededor de 3.600 millones de euros, sumando los impactos en bienes, PIB directo e indirecto, e infraestructuras críticas (no alimentarias)**. De este importe, únicamente 2.300 millones de euros estarían asegurados, por lo que **aproximadamente un tercio de los daños causados por estos fenómenos naturales en nuestro país no estaría protegido por un seguro**.

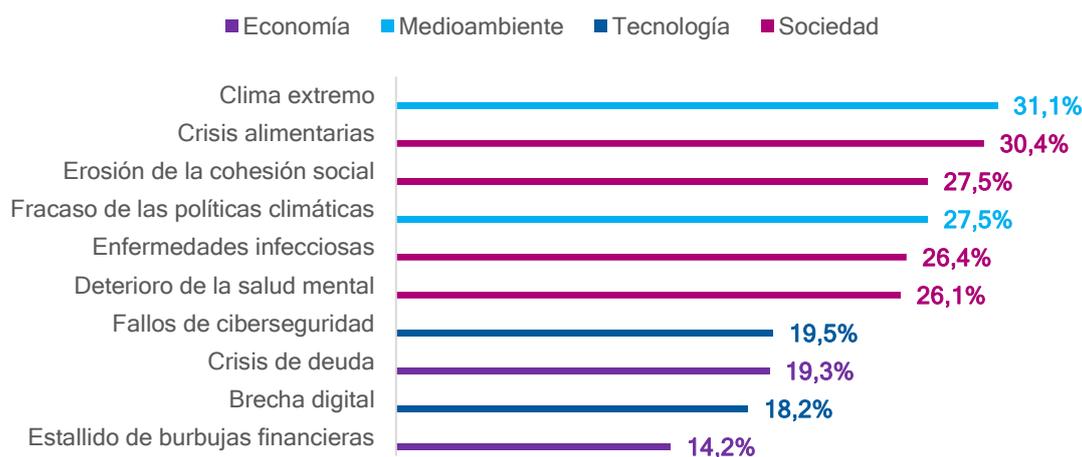
Motivación

El objetivo de este Barómetro de las catástrofes naturales consiste en analizar el impacto que dichos eventos han causado sobre diversos ámbitos de la economía y la sociedad en España durante el año 2021. Este documento da continuidad a la labor iniciada el año pasado, cuando la Fundación Aon, en el marco de su Observatorio de Catástrofes, cuantificó el coste de estos fenómenos naturales en España entre 2016 y 2020.

La principal novedad de este primer Barómetro radica en la ampliación del alcance del perímetro de estudio, puesto que este documento aborda las repercusiones que las catástrofes naturales generan sobre otra serie de dimensiones más allá de su coste en términos de indemnizaciones. Para ello, se ha contado con la colaboración de especialistas en diversas ramas de la ciencia, con el fin de estimar el impacto de las catástrofes de la manera más precisa posible.

El análisis de los efectos que las catástrofes naturales generan sobre la economía y la sociedad resulta de vital importancia, a la luz del incremento en la frecuencia y la intensidad de estos fenómenos como consecuencia del cambio climático. Así, la edición de 2022 del informe “Riesgos Globales” elaborado por el Foro Económico Mundial, clasifica a los eventos climáticos extremos como uno de los riesgos más inminentes y con impactos más severos.

Riesgos globales más inminentes (ocurrencia en menos de 2 años)



Fuente: Afi, a partir de WEF 2022¹

Contar con un diagnóstico preciso, así como con una cuantificación de los daños causados por las catástrofes en España, tiene varios propósitos a los que desde este Barómetro se quiere contribuir:

- Tener una imagen más fiel del coste real de los eventos catastróficos, combinando fuentes de información que hasta ahora han permanecido aisladas
- Evidenciar la oportunidad y la urgencia de intensificar las labores de prevención, mitigación y adaptación ante el evidente aumento de la frecuencia y la intensidad de este tipo de catástrofes, muchas de ellas asociadas al cambio climático.
- Concienciar a la población, a las empresas y a los hogares de la importancia de estar asegurado.
- Visibilizar el esfuerzo que realizan determinados agentes públicos y privados para paliar los efectos más inmediatos de las catástrofes en España, en términos de aseguramiento, indemnizaciones, reparaciones y reconstrucciones.
- En definitiva, a que España sea un país mejor preparado para minimizar los efectos de las catástrofes naturales.

¹ WEF (2022) The Global Risks Report 2022: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2022.pdf

En este contexto y con estos propósitos, este Barómetro presenta la siguiente estructura. En el primer capítulo se ha analizado el coste de las catástrofes naturales en España en 2021, siguiendo la aproximación ya realizada para los años 2016-2020, dando así seguimiento a la incidencia de estos fenómenos en nuestro país. Para ello, se han utilizado los datos de las indemnizaciones abonadas por estos fenómenos y la información de ciertas intervenciones de los servicios públicos de emergencias.

En el segundo capítulo, Analistas Financieros Internacionales ha estimado el impacto que las catástrofes naturales generan sobre la economía española en términos de PIB y empleo. Se han analizado las repercusiones sobre los agentes directamente afectados por estos eventos, así como los efectos indirectos sobre otras empresas de su cadena de valor. Los resultados de este capítulo ponen de manifiesto el perjuicio que las catástrofes tienen en términos de ventas, valor añadido y empleos.

En el tercer capítulo, la Doctora Victoria de Elizagarate ha analizado el coste humano producido por los desastres naturales en España en el año 2021, a partir de los datos facilitados por Protección Civil.

Si bien los tres primeros capítulos de este Barómetro analizan el impacto de todas las catástrofes naturales ocurridas en España en 2021, los dos siguientes están focalizados en los 10 eventos más importantes ocurridos en nuestro país en esos doce meses. Acotando el análisis a un menor número de eventos se consigue profundizar más en su impacto, obteniendo hallazgos más ricos y novedosos.

Así, el cuarto capítulo del Barómetro pretende cuantificar el impacto que las catástrofes naturales tuvieron en las infraestructuras críticas en España. Elaborado por la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Navarra (Tecnun), este apartado trata de estimar el coste en términos de equipos, materiales, reparaciones y pérdida de consumo derivados del impacto de estos eventos sobre las infraestructuras de transporte, energía, agua, salud y alimentación.

El quinto capítulo ofrece un enfoque diferente, alejándose de las repercusiones económicas, y centrándose sobre la vulnerabilidad regional ante las catástrofes naturales. En otras palabras, este apartado no pretende analizar el impacto a posteriori de las catástrofes, sino la vulnerabilidad teórica de cada territorio ante dichos eventos. Para ello, la Escuela de Ingeniería de la Universidad Pontificia Comillas (ICAI) ha elaborado un Índice de Vulnerabilidad Social frente a las olas de calor, las inundaciones, los terremotos y las nevadas en España, en base a diferentes criterios y ponderaciones.

Los análisis planteados en este Barómetro suponen una contribución notable al conocimiento de los efectos de las catástrofes naturales en España. No obstante, la ambición de estos ejercicios entraña determinadas limitaciones en el alcance de los mismos. En efecto, las estimaciones realizadas en este Barómetro reposan sobre datos observados en términos de indemnizaciones abonadas por estos fenómenos, así como otra serie de variables vinculadas a estas.

A pesar del esfuerzo realizado por tratar de estimar aquellos efectos no observados, los resultados obtenidos no han tenido en cuenta de manera directa las siguientes dimensiones:

- En la estimación del coste de las catástrofes en 2021, no se han tenido en cuenta los costes de aquellas partidas no aseguradas.
- En el ámbito del impacto económico, no se han tenido en consideración los costes de oportunidad para hogares y empresas (pérdida de horas de trabajo, pérdida de horas de escolarización, imposibilidad de acceso a la prestación de servicios, tiempos de espera, etc.)
- En el ámbito de las infraestructuras, no se han tenido en cuenta todos los posibles costes de todos aquellos trabajos de reparación y reconstrucción asumidos por los presupuestos de las instituciones públicas competentes.

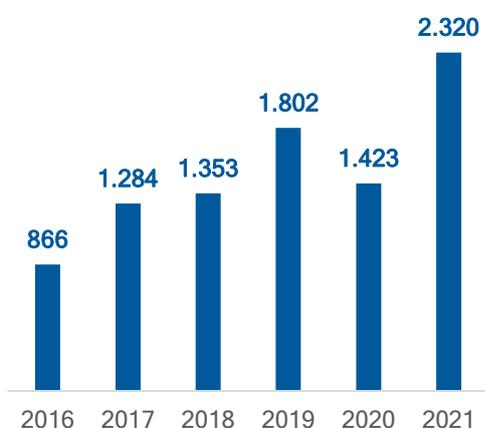
El objetivo de este y de sucesivos Barómetros es precisamente ir progresivamente cerrando esa brecha de conocimiento en lo relativo al impacto de las catástrofes naturales en España. Para ello, resultará clave incrementar la disponibilidad y accesibilidad de datos, así como su homogeneidad y actualización.

1. Coste asegurado de las catástrofes

Las catástrofes naturales provocaron cuantiosas pérdidas económicas en España durante el año 2021. Así, y tomando como referencia únicamente aquellos bienes asegurados, los costes derivados de estos fenómenos extremos ascendieron a más de 2.320 millones de euros. Las indemnizaciones abonadas por este tipo de eventos fueron un 63% superiores a las de 2020 y un 29% superiores a las de 2019 (en euros constantes).

En líneas generales, se observa que casi la mitad de las indemnizaciones por este tipo de eventos fueron abonadas por el seguro privado (925 millones de euros, 47%), el 25% por el CCS (570 millones de euros), el 35% por Agroseguro (810 millones de euros) y 16 millones por Protección Civil (1%), en euros constantes de 2022.

Evolución del coste asegurado de las catástrofes naturales en España, millones de euros constantes de 2022



Distribución del coste asegurado de las catástrofes naturales en España en 2021 por tipo de evento



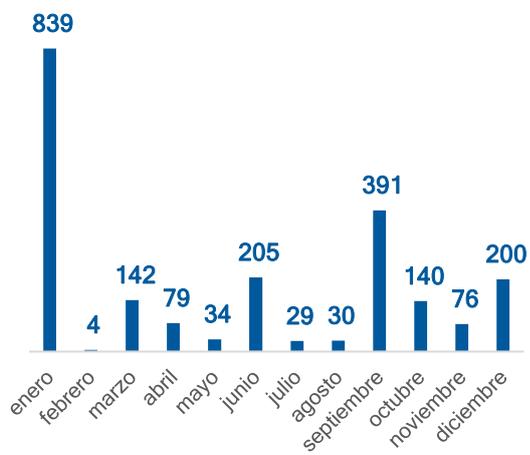
Fuente: Afi a partir de datos del CCS, Agroseguro y Fundación Aon

El principal incremento de los costes en 2021 respecto a 2020 viene explicado por el impacto de la erupción volcánica en la isla de La Palma, evento que aglutinó cerca de uno de cada cuatro euros indemnizados en 2021. A pesar de la importancia del volcán, los fenómenos meteorológicos extremos, como las lluvias, las inundaciones y el pedrisco tardío son los responsables de los mayores impactos en términos de indemnizaciones, acaparando el 58% del total. Entre estos fenómenos destaca el impacto de la borrasca Filomena, el otro gran evento del año 2021.

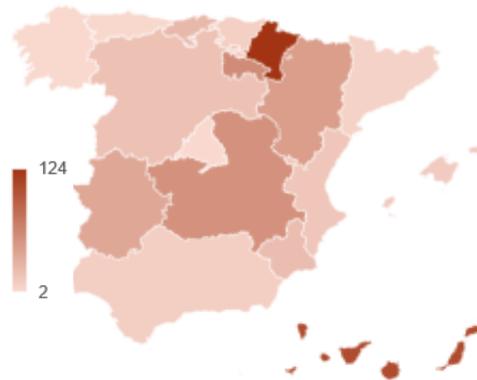
Las catástrofes naturales tuvieron un efecto especialmente virulento durante el mes de enero de 2021 debido al impacto del temporal Filomena en la península. Tras enero, el mes de septiembre también fue intenso, puesto que la erupción del volcán de La Palma, el 19 de septiembre, coincidió con los estragos provocados por las DANAS (Gota Fría) que azotaron el sureste de la península. Las catástrofes naturales generaron también importantes daños en los meses de junio (impacto del pedrisco sobre el campo) y diciembre (inundaciones en el valle del Ebro).

A nivel territorial, el 25% del total de indemnizaciones por catástrofes naturales se abonaron en las islas Canarias (como consecuencia del volcán, pero también de golpes de calor) y un 12% en Castilla La-Mancha. En términos per cápita, sin embargo, la Comunidad Autónoma donde estos eventos generaron los mayores daños fue Navarra, en donde las inundaciones de diciembre generaron un coste de 124 euros por habitante, un 17% más que el impacto del volcán en Canarias.

Distribución mensual del coste asegurado de las catástrofes naturales en España en 2021, millones de euros



Coste per cápita asegurado de las de las catástrofes naturales en España en 2021, euros por habitante



Fuente: Afi a partir de datos del CCS, Agroseguro y Fundación Aon

2. Impacto sobre el tejido productivo y el empleo

Introducción

El objetivo de este capítulo consiste en cuantificar el impacto económico y social de las catástrofes naturales en España durante el año 2021. La ambición de esta iniciativa reside en la complejidad del análisis, en tanto que las catástrofes naturales pueden repercutir de manera muy heterogénea sobre empresas, trabajadores, e instituciones públicas. Honestamente resulta imposible conocer el impacto económico exacto de las catástrofes naturales en España, por lo que el ejercicio que aquí se presenta es una estimación basada en determinados supuestos y sujeta a la información disponible. A lo largo de este capítulo se detallará la estrategia de análisis ideada, los datos empleados y los resultados obtenidos.

Datos

Los análisis realizados en este capítulo reposan sobre dos fuentes de datos principales:

- Agroseguro: ofrece al sector agrario una cobertura técnica y financieramente viable frente a los daños causados en las producciones por riesgos imprevisibles no controlables y de consecuencias catastróficas. El seguro agrario tiene carácter voluntario y los productores pueden solicitar subvenciones públicas para el pago de la prima. De esta fuente se han utilizado datos del volumen de indemnizaciones abonadas en 2021 por pedrisco, heladas, lluvia, viento, inundaciones, golpes de calor, mal cuajado y sequía.
- Consortio de Compensación de Seguros: entidad pública empresarial que tiene como objetivo indemnizar las pérdidas aseguradas derivadas de determinados acontecimientos extraordinarios acaecidos en España, entre otros, como consecuencia de catástrofes naturales. De esta fuente se han utilizado las indemnizaciones (tanto por daños en bienes como pérdidas pecuniarias) abonadas en 2021 por erupciones volcánicas, embates de mar, inundaciones extraordinarias, terremotos y tempestades ciclónicas atípicas.

Metodología

i. Consideraciones sobre el PIB

A la hora de abordar las consecuencias de las catástrofes naturales desde un punto de vista económico, conviene mencionar las limitaciones que presenta la contabilidad nacional para recoger los efectos de este tipo de eventos.

En efecto, el PIB, principal indicador del nivel de actividad económica, mide el valor de los bienes y servicios producidos en un determinado lugar durante un determinado periodo de tiempo, en general, en un país durante un año. Nótese que nos referimos al valor de la producción de los nuevos bienes y servicios en ese año (flujo), no al valor de los bienes y servicios que ya existían en la economía (stock). Esta distinción, aunque pueda parecer pequeña, resulta fundamental para entender las limitaciones de la contabilidad nacional a la hora de cuantificar las consecuencias de los desastres naturales.

En efecto, los terremotos, volcanes o inundaciones afectan en mayor medida al stock de bienes de la economía: destrucción de vehículos, de viviendas, de infraestructuras, de locales comerciales, etc. Sin embargo, el PIB no es capaz de recoger el impacto negativo derivado de esa destrucción de capital físico, dado que solo recoge el valor de los nuevos flujos. Es más, se da la paradoja de que, atendiendo a esta definición, las catástrofes naturales podrían llegar a tener un impacto positivo en términos de PIB, en tanto que las actividades de reconstrucción tras la catástrofe estimularían la demanda del sector de la construcción, la ingeniería, la limpieza o la venta de nuevos bienes para suplir a aquellos destruidos.

No obstante, las catástrofes naturales también pueden afectar a la capacidad de la economía para producir nuevos bienes y servicios. Las heladas pueden destruir cultivos, impidiendo a los agricultores

obtener ingresos por la venta de sus productos; las inundaciones pueden anegar locales comerciales, reduciendo los ingresos de los comerciantes; los terremotos pueden destruir fábricas, deteniendo la producción industrial. Por lo tanto, las catástrofes naturales tendrían consecuencias directamente medibles a través del PIB, puesto que afectarían a la producción de nuevos bienes y servicios.

Además, mientras que los efectos indirectos de la destrucción de bienes afectarían positivamente al PIB (construcción, limpieza, venta de vehículos), los efectos indirectos de la contracción de la producción impactarían negativamente sobre el PIB. En efecto, si una inundación provoca el cierre de un restaurante durante un cierto periodo de tiempo, los propietarios de ese restaurante no solo dejarán de vender comida a sus clientes (y por tanto de obtener ingresos, lo que afecta al PIB de manera directa), sino que dejarán de comprar materias primas, dejarán de requerir los servicios de limpieza, de luz, de seguridad, de logística, afectando de manera indirecta a otras empresas de su cadena de valor.

Por otro lado, si un terremoto destruye una fábrica, no solo afecta a los fabricantes (que dejan de producir) sino que detiene el suministro de materiales (máquinas, componentes, etc.) a otras industrias o servicios, que tendrán dificultades para continuar con su actividad fruto de la ausencia de estos insumos intermedios. Todo ello pone de manifiesto que las catástrofes naturales pueden generar consecuencias indirectas sobre otras empresas ubicadas a gran distancia del evento.

Hasta ahora se ha subrayado el efecto directo o indirecto que las catástrofes naturales pueden generar sobre la economía, ya sea en términos de bienes como de rentas. No obstante, el cese de la actividad económica, en especial cuando se alarga en el tiempo, puede traducirse en la destrucción de puestos de trabajo. La erupción del volcán de La Palma ha enterrado varias localidades y centenares de hectáreas de cultivo bajo la lava, por lo que resultará difícil que las personas que ejercían una actividad laboral en esos lugares puedan recuperar su empleo en el corto plazo.

ii. Análisis Input-Output para el impacto sobre los flujos

Para la estimación del impacto directo e indirecto de las catástrofes naturales en España sobre el PIB y el empleo se ha utilizado la metodología Input-Output, desarrollada por el economista ruso Wassily Leontief (Premio Nobel de Economía en 1973). Esta técnica, frecuentemente empleada en este tipo de análisis, reposa en la modelización de las relaciones intersectoriales de las distintas ramas de la economía. En concreto, las tablas Input-Output permiten conocer para cada sector, cuántos insumos necesita de otros sectores para producir cada unidad de producto (arrastre hacia atrás), y qué proporción de sus ventas se destina a abastecer a otras empresas (demanda intermedia) o a los consumidores finales (demanda final). En España, es el Instituto Nacional de Estadística (INE) el organismo encargado de proveer esta información.

Las tablas Input-Output permiten conocer la forma en la que un shock exógeno (como una catástrofe natural) se filtra por toda la economía a través de las relaciones intersectoriales entre la actividad directamente afectada y el resto de los sectores de su cadena de valor. En este sentido, y partiendo de los datos suministrados por Agroseguro y el Consorcio de Compensación de Seguros, se ha simulado el impacto del conjunto de catástrofes naturales en 2021 en nuestro país. Dicha estimación se ha realizado únicamente utilizando como impacto directo la contracción de la facturación de las empresas directamente afectadas (variable flujo), dejando de lado el impacto en bienes, ya que, como se ha mencionado anteriormente, su análisis resulta incompatible con el PIB.

iii. Grado de aseguramiento industrial y comercial en España

La información suministrada por Agroseguro y el Consorcio de Compensación de Seguros cubre el valor de las indemnizaciones abonadas en 2021 por determinados sucesos naturales, únicamente a aquellas empresas que estuvieran aseguradas. No obstante, no todas las empresas españolas tienen contratada una póliza de seguro, por lo que el uso bruto de la información de Agroseguro y del CCS podría estar infraestimando el coste real de las catástrofes naturales sobre las empresas españolas.

En este capítulo se ha trabajado en un escenario bajo el que únicamente están aseguradas el 50% de las empresas del sector agrícola y el 40% del resto de la economía, referencias empleadas en el informe *El coste de las catástrofes naturales en España (2016–2020)*.

Más allá del número de empresas cubiertas, otro aspecto relevante es, dentro de las aseguradas, el volumen de capital (o rentas) que tienen asegurado ante este tipo de eventos. Utilizando los datos del Consorcio de Compensación de Seguros, se observa que todas aquellas empresas indemnizadas por lucro cesante (pérdidas pecuniarias ligadas a la imposibilidad de continuar con su actividad) fueron indemnizadas con una cuantía estrictamente inferior a su capital asegurado. De esta información se deduce que, dentro de las aseguradas, ninguna empresa tuvo una menor compensación respecto a sus pérdidas reales por haber sobrepasado el umbral de aseguramiento.

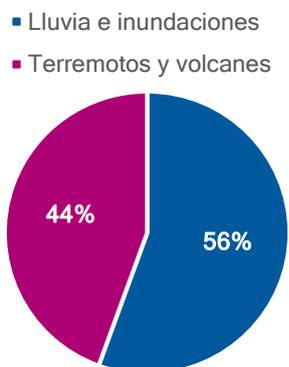
Resultados

i. Impacto en bienes

De acuerdo con los datos del Consorcio de Compensación de Seguros, las catástrofes naturales en España provocaron en 2021 pérdidas materiales por valor de alrededor de 1.300 millones de euros, de las que únicamente el 41% estarían aseguradas. El 84% de las pérdidas se concentraron entre los meses de septiembre y diciembre, coincidiendo con las principales inundaciones y temporales tras el verano, así como las consecuencias de la erupción volcánica en la isla de La Palma. Destacan a su vez las consecuencias de la borrasca Filomena, cuyos daños materiales representaron alrededor del 10% del total anual.

Los daños materiales provocados por las catástrofes naturales en España en 2021 se dividen a partes iguales entre aquellos que son fruto de fenómenos geológicos (como terremotos o volcanes) y aquellos meteorológicos (como los derivados de lluvias e inundaciones). Sus consecuencias afectaron sobre todo a viviendas (62% del total de daños) y comercios y almacenes (19%). Las industrias (11%) y los vehículos (8%) se vieron relativamente menos afectados en términos de valor.

Origen de los costes de las catástrofes naturales sobre los bienes, 2021



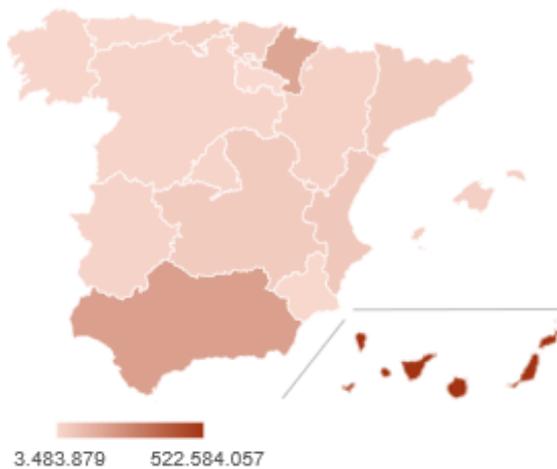
Distribución de los costes de las catástrofes naturales en función del tipo de bien, 2021



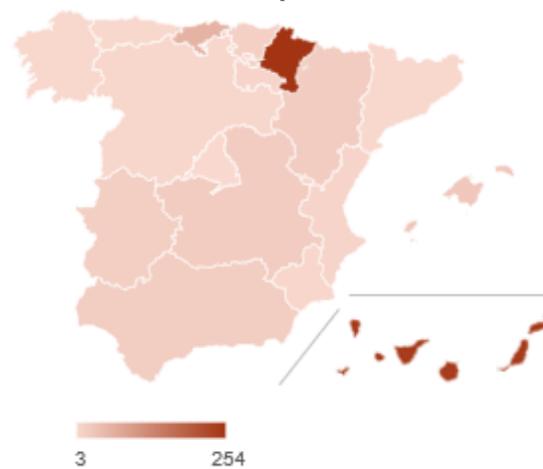
Fuente: Afi, a partir de datos del Consorcio de Compensación de Seguros

A nivel territorial, Canarias ha sido, con diferencia, la región más afectada por las catástrofes naturales en España en 2021. Las consecuencias de la erupción volcánica en la isla de La Palma provocaron que el 41% de los daños materiales por estos fenómenos en 2021 se hayan producido en el archipiélago canario. Andalucía (15% de los daños totales) y Navarra (13%) aparecen como las regiones más afectadas tras Canarias. En términos per cápita, la situación cambia ligeramente, en tanto que el coste de las inundaciones en Navarra (254 euros por habitante) superarían a las del volcán en Canarias (240 euros por habitante).

Coste total estimado de las catástrofes naturales sobre los bienes en 2021, euros



Coste per cápita estimado de las catástrofes naturales sobre los bienes en 2021, euros por habitante

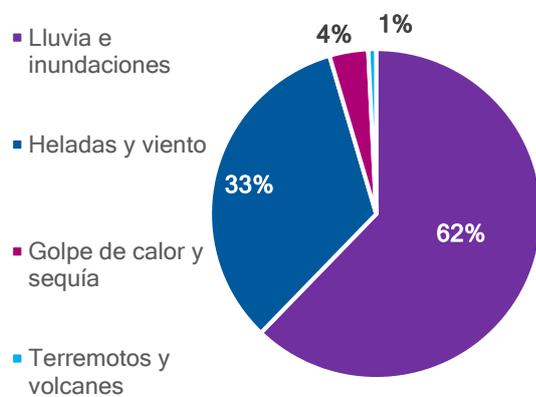


Fuente: Afi, a partir de datos del Consorcio de Compensación de Seguros

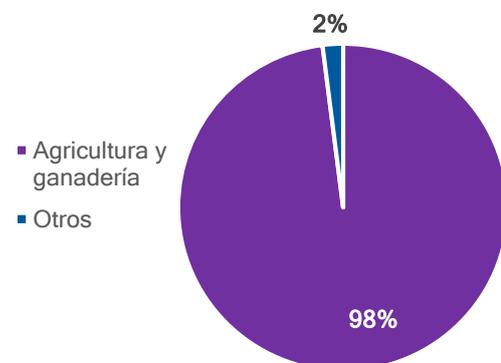
ii. Impacto en rentas

Mientras que la sección previa ha estudiado el impacto de las catástrofes naturales sobre el stock de bienes (viviendas, locales, vehículos, etc.), este apartado analizará el impacto de las catástrofes naturales sobre las rentas (y por tanto su derivada en términos de PIB y empleo).

Distribución del impacto de las catástrofes naturales por tipo de evento



Distribución sectorial del impacto de las catástrofes naturales sobre las rentas



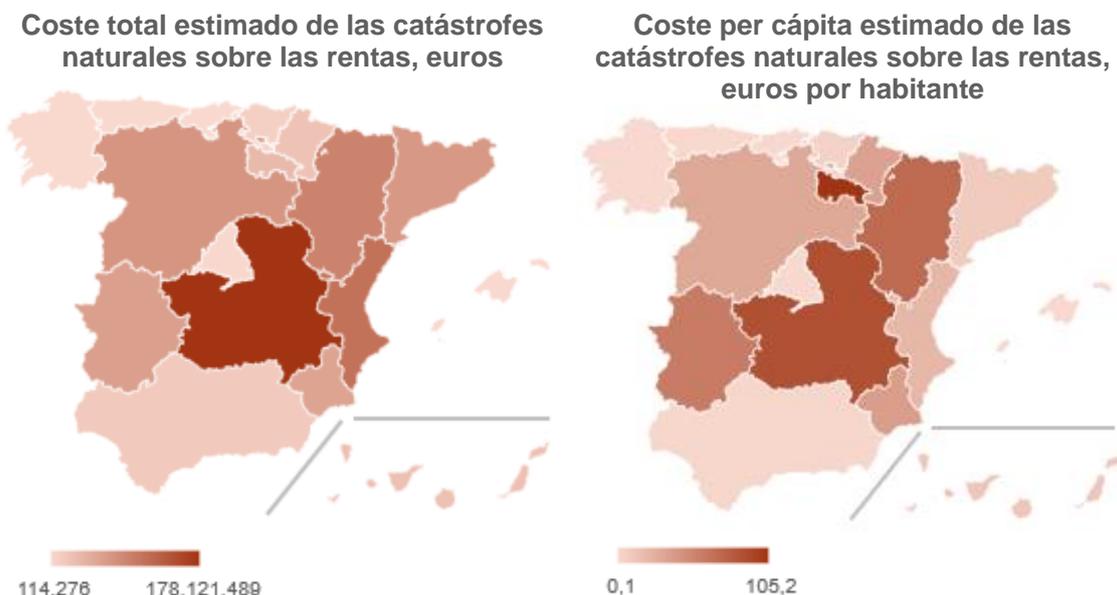
Fuente: Afi a partir de datos del CCS y Agroseguro

Las catástrofes naturales en 2021 provocaron que las empresas españolas dejaran de ingresar alrededor de 1.492 millones de euros de manera directa. El 99% de esa pérdida de facturación se concentró en las actividades agrícolas y ganaderas, con diferencia el sector más expuesto a los fenómenos meteorológicos.

Si bien las catástrofes naturales pueden afectar a otras actividades, sus consecuencias están más acotadas en el tiempo, y los comercios o las industrias pueden recuperarse de manera relativamente rápida tras un suceso de estas características. Sin embargo, la pérdida de cosechas tras un evento extremo genera consecuencias más duraderas, puesto que un evento de unos pocos días genera un impacto que se extiende durante todo un ciclo agrícola, dado que el agricultor deberá aguardar hasta la siguiente cosecha para volver a obtener ingresos.

Por otra parte, los datos sitúan a la lluvia y a las inundaciones como el origen de la mayor parte de las pérdidas (62%), seguidas por las heladas y el viento (33%). Los golpes de calor, la sequía, los terremotos y los volcanes tuvieron un impacto menor en términos relativos, en el ámbito de actividad económica.

Alrededor de la mitad de la pérdida de actividad económica como consecuencia de las catástrofes naturales en 2021 se concentró en Castilla-La Mancha (23%), la Comunidad Valenciana (15%) y Aragón (12%). En términos per cápita, el territorio más afectado fue La Rioja, donde las inundaciones sufridas en otoño provocaron pérdidas empresariales por valor de 70 euros por habitante.



Fuente: Afi a partir de datos del Consorcio de Compensación de Seguros y Agroseguro

En 2021, las catástrofes naturales provocaron una caída de la facturación de las empresas directamente afectadas de alrededor de 1.492 millones de euros (impacto directo). Al mismo tiempo, las empresas que suministraban productos a las primeras vieron contraer sus ventas en 1.243 millones de euros (impacto indirecto). Ambos impactos (directo e indirecto) repercutieron en última instancia sobre los salarios y el consumo en el conjunto de economía, lo que se tradujo en una nueva contracción de 478 millones de euros (impacto inducido) sobre toda una serie de empresas que no se vieron afectados ni directa ni indirectamente.

En términos agregados, por tanto, las catástrofes naturales en 2021 generaron una caída de la facturación total cercana a los 3.200 millones de euros (suma del impacto directo, indirecto e inducido). No obstante, una parte importante de estas pérdidas fue compensada por el Consorcio de Compensación de Seguros y Agroseguro. En concreto, ambas instituciones compensaron aproximadamente la mitad de las pérdidas a las empresas directamente afectadas.

Impacto económico y social de las catástrofes naturales en 2021, millones de euros

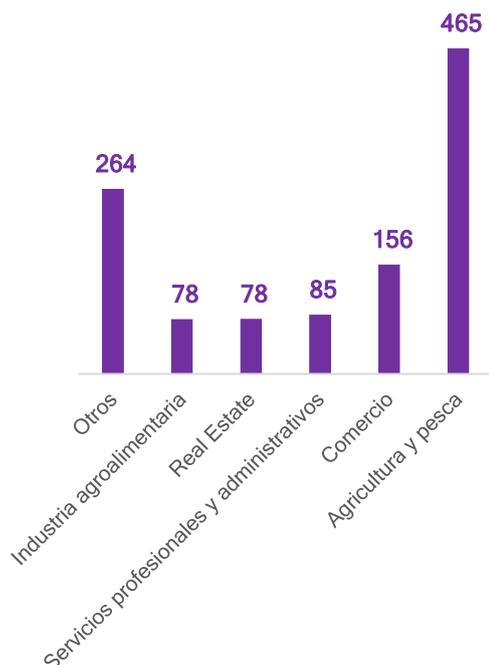
| | Directo | Indirecto | Inducido | Total |
|----------------------------|----------------|------------------|-----------------|---------------|
| Facturación | 1.492 | 1.243 | 478 | 3.213 |
| Cobertura de seguro | 51% | 0% | 0% | |
| Indemnizaciones | 766 € | | | |
| PIB | 386 | 497 | 243 | 1.126 |
| Empleo | 9.500 | 9.800 | 3.900 | 23.200 |

Fuente: Afi a partir de datos del CCS y Agroseguro

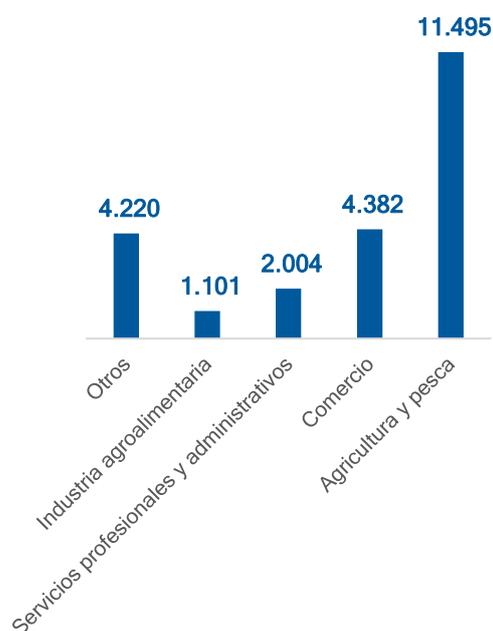
En este sentido, el impacto negativo en términos de PIB sobre las empresas directamente afectadas se reduciría hasta los 386 millones de euros, a los que habría que añadir los 497 millones de impacto indirecto y 243 millones de impacto inducido, ascendiendo todo ello a 1.126 millones de euros de impacto no cubierto, el equivalente al 0,1% del PIB español de 2021.

La contracción económica de 1.126 millones de euros se tradujo en una pérdida de alrededor de 23.000 puestos de trabajo, la mitad de ellos en empresas auxiliares de la cadena de valor de aquellas directamente afectadas por las catástrofes.

Sectores más afectados por el impacto indirecto de las catástrofes naturales, millones de €, 2021



Sectores más afectados por el impacto indirecto de las catástrofes naturales, empleos, 2021



Fuente: Afi a partir de datos del CCS y Agroseguro

Los mayores impactos en términos de PIB y empleo se produjeron en empresas vinculadas con la cadena de valor del sector primario: agricultura y ganadería; industria de la alimentación; comercio al por mayor y al por menor. Tras ellos aparecen otra serie de servicios auxiliares, comunes en el conjunto de la economía: actividades inmobiliarias o servicios profesionales.

3. Coste humano de las catástrofes naturales

Introducción

El coste humano producido por los desastres naturales en España en el año 2021 se ha analizado con los datos facilitados por Protección Civil en el año 2022. El estudio de la Fundación Aon que se publicó en 2021 comprende la serie de datos desde 1995 hasta el año 2020. Se realiza el estudio individualizado del 2021 al objeto de conocer las características de este año en relación a las causas que han producido las pérdidas humanas y ofrecer al Barómetro de 2021 una información al respecto.

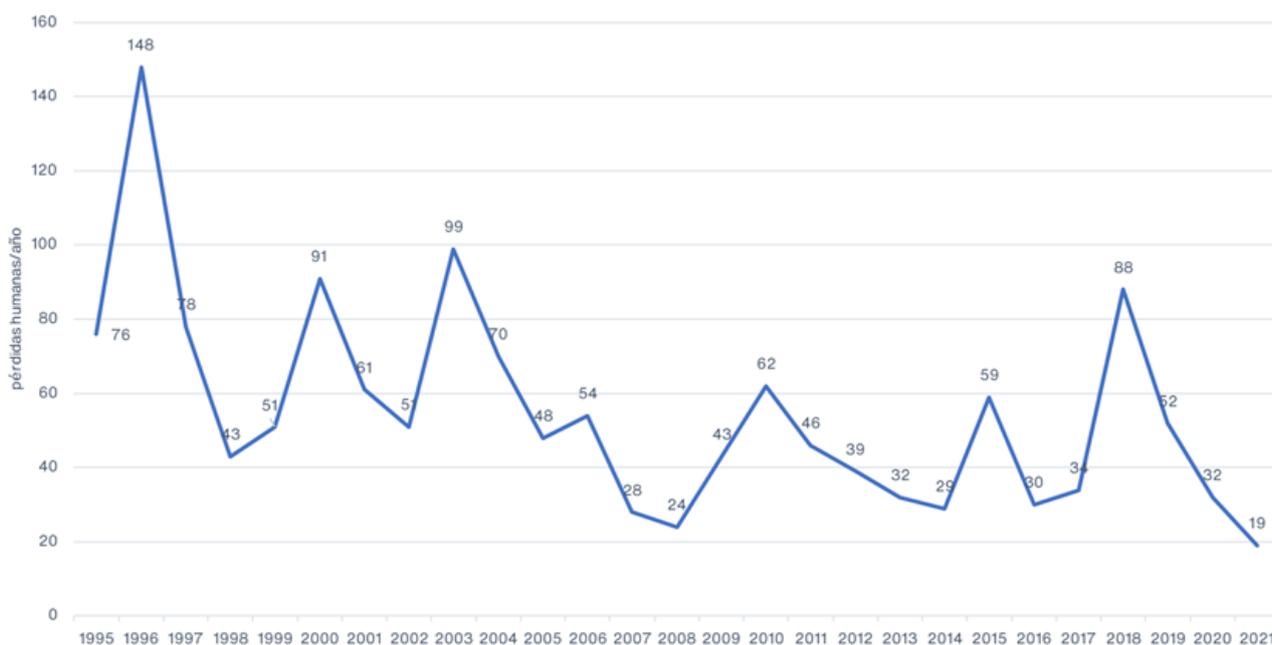
Objetivos y metodología

El estudio que se desarrolla a continuación tiene como objetivo conocer las pérdidas humanas por desastres naturales que se han producido en España en el año 2021, completando así el estudio de la serie de veintisiete años, pero realizando en este caso un análisis individual de lo ocurrido en el último año de la serie. Se analizan las representaciones gráficas de los datos, tanto en funciones lineales como en funciones logarítmicas, para explicar las principales causas de los fallecimientos. Los gráficos de este capítulo son de elaboración propia en base a datos de Protección Civil 2021.

Análisis de la cuantía total de las pérdidas humanas por desastres naturales en España en el año 2021

A partir del informe *El coste de las catástrofes naturales en España (2016-2020)* realizado por la Fundación Aon España, que expone el número de las pérdidas humanas ocasionadas por los desastres naturales durante el periodo 1995-2020, se ha continuado la investigación al objeto de conocer que en 2021 esta cuantía asciende a 19 muertes y 67 personas heridas o enfermas. Como muestra el gráfico, el número de muertes ha sido la menor de la serie de 26 años analizados y presenta 0 muertes por viento y 1 muerto por incendios.

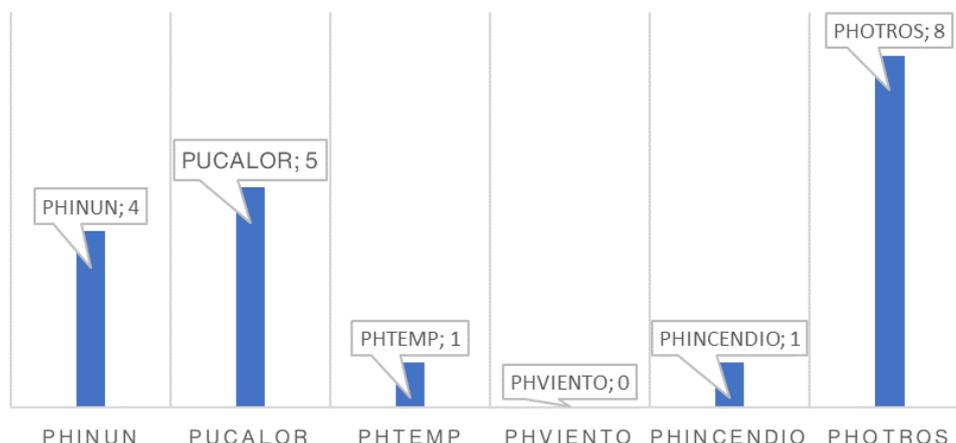
Cuantía total de las pérdidas humanas. Año 2021



Análisis de las pérdidas humanas por desastres naturales en España en el año 2021 por tipo de desastres naturales

En el siguiente gráfico se presentan las diferentes pérdidas humanas que se han ocasionado por los diferentes desastres naturales.

Pérdidas humanas por diferentes causas de desastre naturales. Año 2021

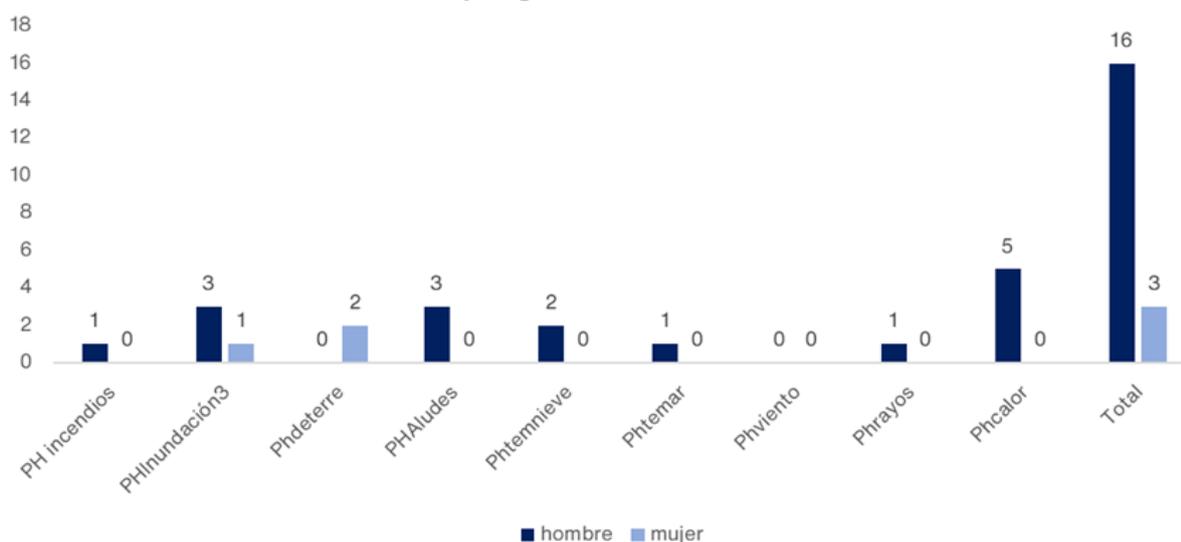


Como muestra el gráfico, las mayores pérdidas humanas se han producido en el apartado “otras causas” con 8 muertes, que se desglosan en: pérdidas humanas por deslizamiento de terreno con 2 muertes, por aludes con 3 muertes, por nieve con 2 muertes y por rayos con 1 muerte. La segunda causa de pérdidas humanas es por olas de calor con un total de 5 muertes, seguido de las inundaciones con 4 muertes. Tanto el temporal marino como los incendios han producido 1 muerte, mientras que no ha habido pérdidas humanas por viento.

Análisis de las pérdidas humanas por desastres naturales en España por género. Año 2021

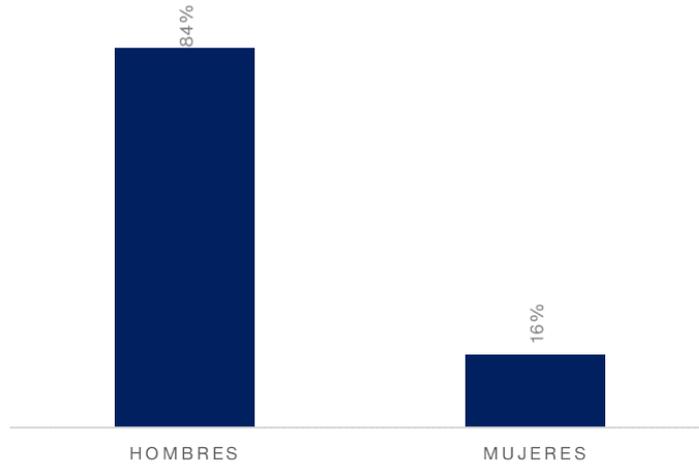
El análisis de las pérdidas humanas por desastres naturales del año 2021 presenta diferencias por género en valor absoluto.

Pérdidas humanas por género. Valores absolutos. Año 2021



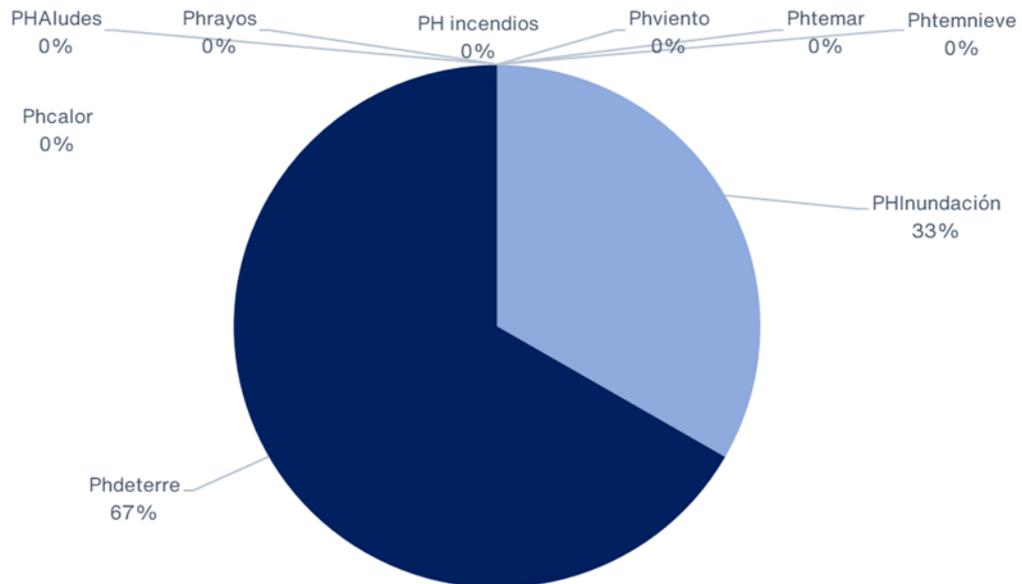
El análisis muestra también una diferencia en relación a los hombres fallecidos (86%) respecto a las mujeres fallecidas (16%).

Pérdidas humanas por género en porcentaje. Año 2021

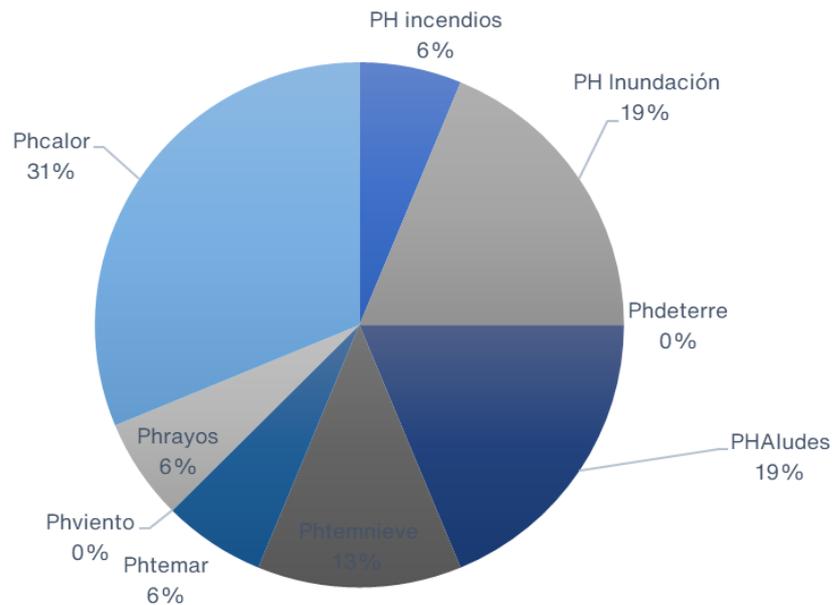


Se analiza a continuación las diferencias porcentuales en las diferentes causas de desastres naturales que han producido pérdidas humanas por género. En el gráfico a continuación se exponen los diferentes desastres naturales que han causado la muerte en mujeres. Las mayores pérdidas humanas en mujeres son causadas por deslizamientos de terreno que representan el 67% del total de muertes y la segunda causa son las pérdidas humanas por inundaciones que representan el 33%. No hay pérdidas humanas de mujeres por las otras causas.

Pérdidas humanas por diferentes causas. Mujeres



Pérdidas humanas por diferentes causas. Hombres



Las mayores pérdidas humanas por desastres naturales en hombres se han ocasionado por ola de calor (el 31% de las muertes), la primera causa; la segunda es las muertes por aludes (19%) y las muertes por inundaciones (19%); en tercer lugar, se encuentran las pérdidas humanas por temporal de nieve con el 13%. Las restantes causas en orden de importancia están las muertes por temporal marino (6%), pérdidas humanas por rayos (6%), y pérdidas humanas por incendios (6%).

Análisis de la evolución de las pérdidas humanas por olas de calor en la serie 1995-2021

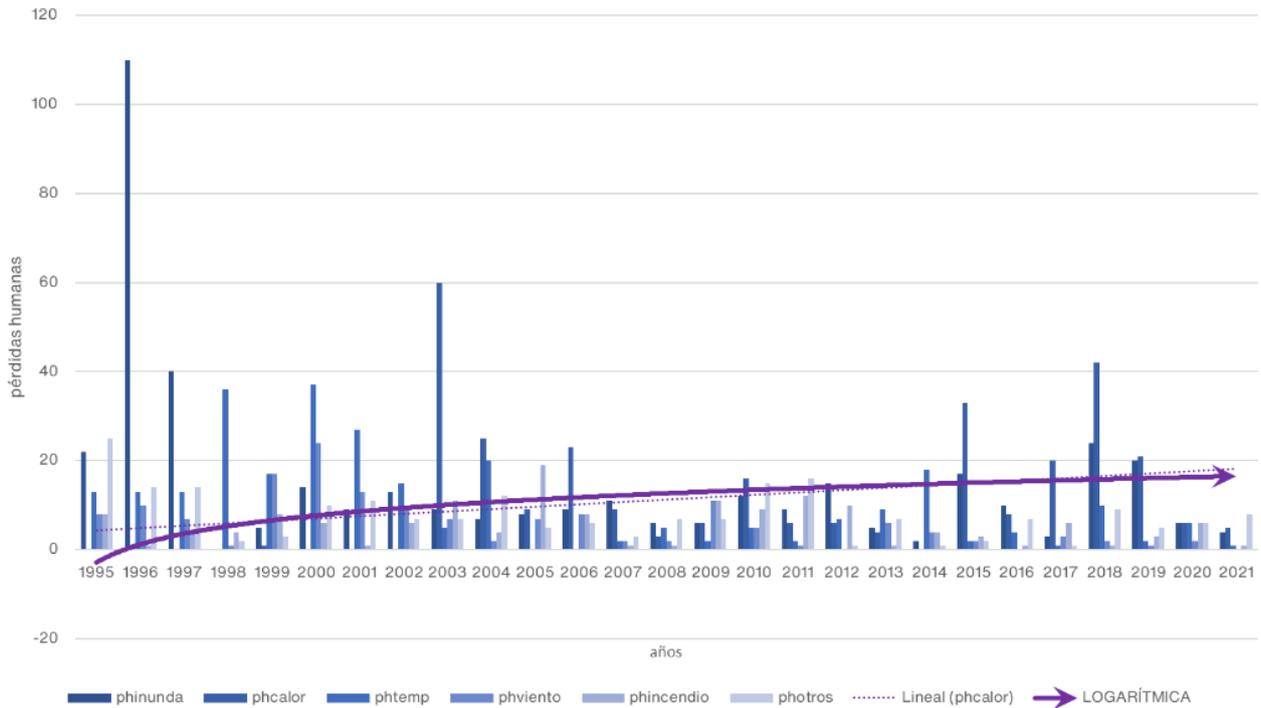
En el gráfico siguiente se analiza la evolución de las pérdidas humanas por olas de calor en la serie de datos hasta el año 2021. El gráfico representa en escala logarítmica la evolución de las muertes por calor, ya que para periodos a largo plazo muestra más claridad para el análisis que las funciones lineales. La función logarítmica mide en el eje de ordenadas las variaciones porcentuales (%) de las pérdidas humanas por olas de calor, a diferencia de lo que ocurre con una representación gráfica lineal que representa en ordenadas valores absolutos, permitiendo de esta manera analizar correctamente la evolución de las pérdidas humanas por calor en una serie a largo plazo. Además, el gráfico muestra la función logística de las pérdidas humanas por olas de calor, permitiendo ver los periodos en los que se producen los crecimientos exponenciales, que no siempre se dan a lo largo de toda la función representada.

La función logarítmica de las pérdidas humanas por calor está representada por una flecha continua (color naranja) y muestra que, en los años 1995, 1996, 1997 y 1998 el crecimiento de las pérdidas humanas por calor (en el eje de ordenadas) discurre por debajo de la función lineal de las pérdidas humanas por calor (línea de puntos color negro). Coincide este análisis con los grupos 1 y 3 generados por el "Cluster Analysis". Es decir, no había un crecimiento porcentual fuerte en las pérdidas humanas por calor. Sin embargo, entre 1998 y 2015 la función logarítmica discurre por encima de la función lineal, lo cual indica en el eje de ordenadas que se ha producido un crecimiento mayor en porcentaje que en valores absolutos de las pérdidas humanas por calor.

Desde 2015 hasta 2018 ambas funciones logística y lineal coinciden, estando estos años en el grupo 2 denominado "los años del bochorno" y mostrando que el crecimiento ha continuado, aunque ligeramente inferior a los años anteriores. Entre 2018 y 2021 la función logística coincide con la función lineal, aunque hay una ligera disminución que la sitúa en el año 2021 por debajo de la función lineal. La función logística de las pérdidas humanas por calor muestra periodos de fuerte expansión, pero una función de estas características permite comprobar otros periodos donde no se dan situaciones de crecimientos exponenciales.

Evolución de las pérdidas humanas por calor 1995-2021

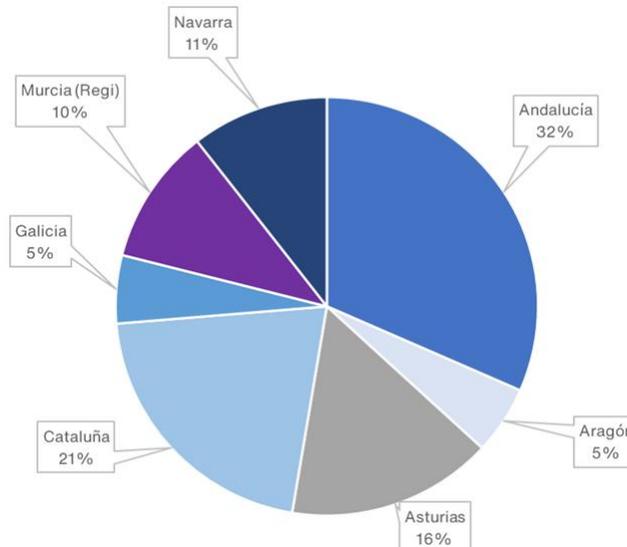
Pérdidas humanas por desastres naturales en España 1995-2021



Las Comunidades Autónomas que se han visto afectadas por pérdidas humanas como consecuencia de desastres naturales en 2021

La distribución de las pérdidas humanas por desastres naturales según la Comunidad Autónoma donde ha ocurrido el desastre muestra las regiones geográficas que se han visto más afectadas en el año 2021, con un total de 19 fallecidos distribuidos en siete Comunidades Autónomas: Andalucía, Aragón, Asturias, Cataluña, Galicia, Región de Murcia y Navarra. El mayor porcentaje de fallecidos corresponde a Andalucía (32%), Cataluña en segundo lugar (21%), en tercer lugar Asturias (16%), en cuarto lugar Navarra (11%), en quinto lugar la Región de Murcia (10%), e igualadas en el sexto lugar, las Comunidades Autónomas de Galicia y Aragón (5%).

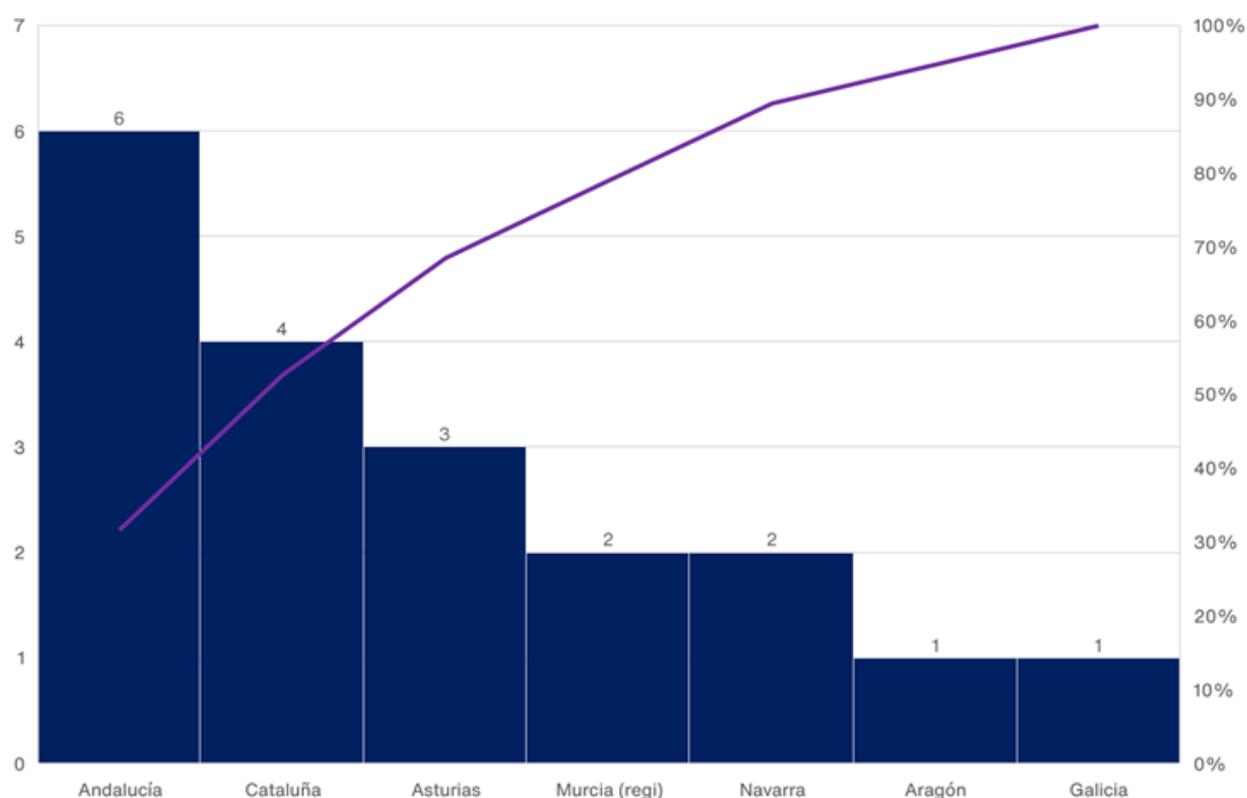
Pérdidas humanas por desastres naturales por CC.AA. (2021)



Análisis de la concentración (%) por Comunidades Autónomas. Diagrama de Pareto

Por medio de un diagrama de Pareto se expone en orden al número de pérdidas humanas ocasionadas por desastres naturales, cómo han afectado por su diferente magnitud, a las siete CC.AA. Se muestran los valores absolutos de las pérdidas humanas y se representa mediante una línea roja el porcentaje acumulado de las pérdidas humanas. Se comprueba mediante la curva que Andalucía, Cataluña y Asturias concentran cerca del 70% del total de pérdidas humanas ocasionadas por desastres naturales en 2021. El 30% restante, hasta el 100%, se alcanza en la Región de Murcia, Navarra, Aragón y Galicia.

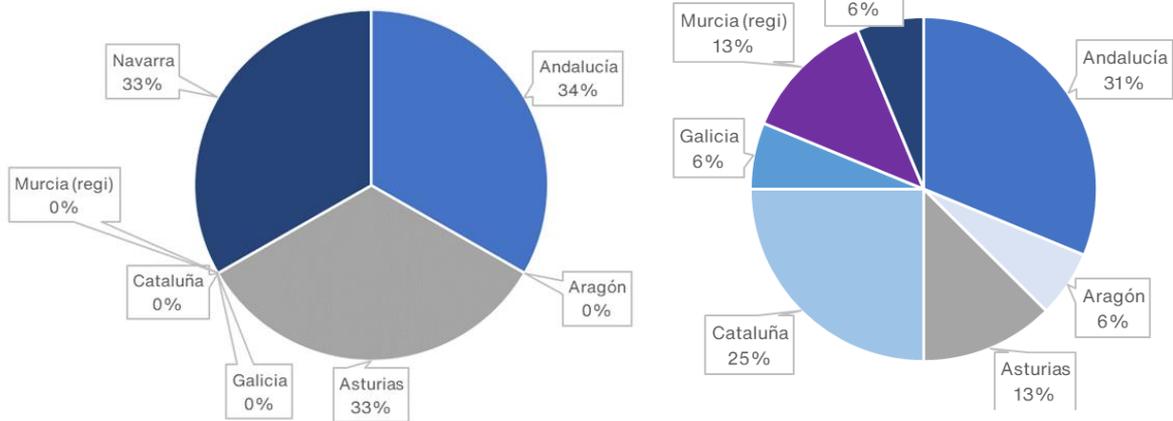
Diagrama de Pareto. Concentración (%) de pérdidas humanas por CC.AA. (2021)



Análisis de las pérdidas humanas por género y CC.AA.

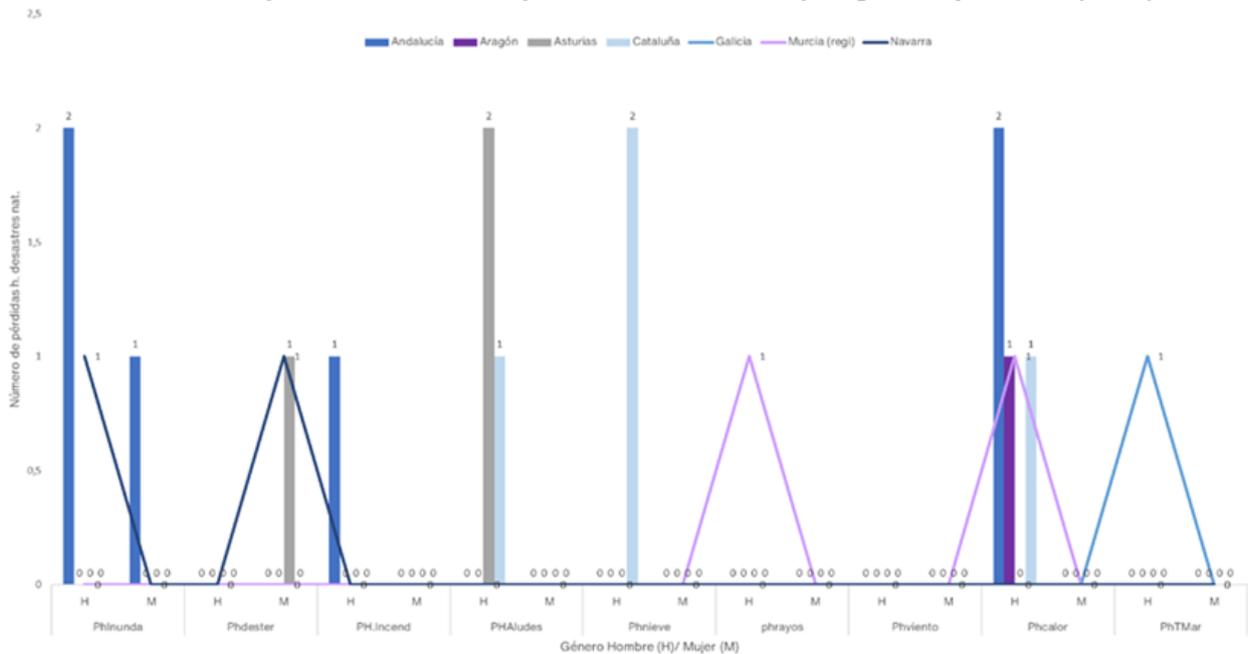
Las pérdidas humanas por género según las CC.AA. donde se han localizado los desastres naturales en 2021, muestra cómo en Aragón, Cataluña, Galicia y Región de Murcia no han tenido lugar pérdidas humanas en mujeres. Sin embargo, Andalucía tiene un 34% de pérdidas humanas en mujeres, y Navarra y Asturias un 33%.

Pérdidas humanas por género y CC.AA. (2021)



Las pérdidas humanas por desastres naturales han afectado al 31% de los hombres en Andalucía, y en segundo lugar al 25% de los hombres en Cataluña. La región de Murcia y Asturias con un 13% de pérdidas humanas (hombres) y por último Galicia, Aragón y Navarra con un 6%.

Máximos de pérdidas humanas por desastre natural por género y CCAA. (2021)



Se muestran los máximos de las pérdidas humanas por desastres según género (Hombre/Mujer) y la Comunidad Autónoma donde se ha producido el suceso. Los puntos más altos corresponden a pérdidas humanas por desastres naturales (Hombre) con 2 fallecidos. Hay dos puntos más altos de fallecidos (Hombres) que se producen por inundaciones y por calor, y que corresponden a Andalucía. Los restantes máximos de fallecidos (Hombres) corresponden a Asturias y Cataluña con pérdidas humanas por aludes y por nieve, respectivamente.

Conclusiones

De la serie de 27 años analizados, el 2021 con 19 muertes es el que tiene menor número de pérdidas humanas por desastres naturales.

Los deslizamientos de terreno, aludes y temporal de nieve (Filomena) han sido la primera causa de muerte en el 2021, no habiendo pérdidas humanas por vientos.

La segunda causa de muerte ha sido por olas de calor. Hay diferencias por género siendo el 84% de los fallecidos hombres frente al 16% de mujeres. Las diferencias también se constatan por el tipo de causa. El mayor porcentaje de muertes en hombres son las de calor, mientras que en mujeres son los deslizamientos de terreno. La diferencia radica en que las pérdidas humanas en mujeres se concentran en dos causas, deslizamientos de terreno e inundaciones, mientras que en el caso de los hombres los fallecimientos se producen en mayor número de desastres naturales.

Tres Comunidades Autónomas, Andalucía, Cataluña, y Asturias, concentran cerca del 70% del total de pérdidas humanas ocasionadas por desastres naturales en 2021.

4. Impacto sobre las infraestructuras críticas

Introducción

El objetivo de este capítulo consiste en cuantificar el impacto económico de las catástrofes naturales en las infraestructuras críticas españolas durante el año 2021. Las infraestructuras críticas son esenciales para el bienestar social y económico de un país, y su perturbación o destrucción agrava los efectos de los desastres afectando significativamente al funcionamiento ordinario de la sociedad.

Existen pocos estudios que analicen el impacto económico de las catástrofes en las infraestructuras críticas [1], principalmente por la dificultad de encontrar datos, debido a que la mayoría de las infraestructuras críticas son gestionadas por entidades privadas y por la falta de una metodología holística para estimar no solo los daños directos en las infraestructuras físicas, sino también el impacto por la falta de suministro.

Este estudio presenta primero la metodología que se ha desarrollado para la estimación del impacto económico de un desastre natural en las infraestructuras críticas y, en segundo lugar, estima el impacto económico para el caso de España sujeto a la información y datos disponibles.

Infraestructuras críticas

A diario utilizamos la electricidad, bebemos agua, utilizamos el transporte público, realizamos pagos con tarjetas bancarias, llamamos por teléfono, nos conectamos a internet o realizamos trámites con las administraciones públicas. Todas estas actividades esenciales dependen de ciertas infraestructuras, que tienen una importancia crítica para el buen desarrollo de la sociedad [2].

La Directiva europea 2008/114/CE del 8 de diciembre de 2008 [3] establece que una infraestructura crítica es: *“El elemento, sistema o parte de este situado en los Estados miembros que es esencial para el mantenimiento de funciones sociales vitales, la salud, la integridad física, la seguridad, y el bienestar social y económico de la población, cuya perturbación o destrucción afectaría gravemente a un Estado miembro al no poder mantener esas funciones”*. A nivel de España, la Ley 8/2011 establece una definición oficial de lo que en España debe ser considerado como infraestructura crítica: *“Las infraestructuras estratégicas (es decir, aquellas que proporcionan servicios esenciales) cuyo funcionamiento es indispensable y no permite soluciones alternativas, por lo que su perturbación o destrucción tendría un grave impacto sobre los servicios esenciales”* [4]. Cabe resaltar que muchas veces cuando hablamos de infraestructuras críticas no hablamos solamente de las infraestructuras físicas que proporcionan el servicio como por ejemplo las líneas de tensión o los transformadores en el caso de la energía. Nos referimos a garantizar el servicio de los bienes críticos para asegurar el bienestar de la sociedad.

A continuación, se presenta la lista de infraestructuras o servicios que la Unión Europea considera como críticas para el bienestar de la sociedad [3]:

- Agua: ríos, embalses, tratamiento de aguas, reservorios, y redes de distribución.
- Transporte: aeropuertos, puertos, carreteras, ferrocarriles, redes de transporte público, etc.
- Energía: electricidad, gas, petróleo (generación, transmisión y distribución)
- Alimentación: producción, almacenamiento y distribución
- Salud: emergencias y ambulatorio
- Redes de Comunicación: teléfono, Internet, TV, radio, etc.
- Sistema Financiero y Tributario: funcionamiento e impuestos.
- Gobierno: Administración
- Seguridad: Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado
- Información: medios de comunicación, sistemas de mensajería, etc.

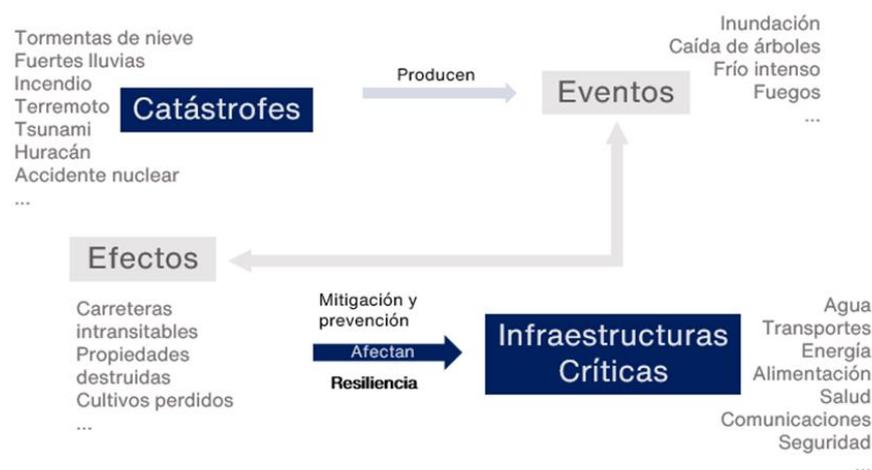
Metodología

La principal fuente de información para diseñar el marco conceptual en el que las catástrofes afectan a las infraestructuras críticas es la literatura científica [1] sobre catástrofes y sobre infraestructuras críticas, además de informes de algunas organizaciones como LISA Instituto [2] y UNISDR [5].

El marco conceptual define la relación entre las catástrofes y las infraestructuras críticas a través de los eventos que se producen y los efectos que generan. La hipótesis de trabajo es que esta relación no es directa y se determina a través de los efectos que producen los eventos de la catástrofe.

En el mapa conceptual, en la parte izquierda podemos ver los tipos de desastres y en la parte derecha, la lista de infraestructuras críticas que pueden verse afectadas. Para algunas infraestructuras hacemos una subdivisión en dos o tres niveles para poder estimar mejor el impacto económico. Para cada relación entre el tipo de desastre y las infraestructuras críticas afectadas se consideran tres elementos: la causa que provocó el efecto (interrupción o rotura), la duración y lo que fue afectado (producción, distribución o utilización).

Marco de referencia sobre los efectos de las catástrofes en las infraestructuras críticas



Fuente: Tecnun Universidad de Navarra

Por otro lado, sabemos que las infraestructuras críticas están cada vez más interrelacionadas entre sí [6], causando efectos en cascada cuando una de ellas falla [7], [8]. Estas interrelaciones entre los efectos se clasifican en tres categorías básicas:

- i. **efecto directo primario**: aquel de inmediata consecuencia del desastre. Por ejemplo, una tormenta de nieve provoca inmediatamente que las carreteras queden intransitables.
- ii. **efecto indirecto secundario**: aquel generado como consecuencia del efecto directo, por problemas en una infraestructura que fue afectada directamente por el desastre. Por ejemplo, siguiendo con el ejemplo anterior, el efecto indirecto o secundario sería el colapso en las carreteras alternativas debido a que hay carreteras que son intransitables.
- iii. **efecto indirecto terciario**: aquel causado por el efecto secundario, como, por ejemplo, problemas en el suministro de alimentos debido a la interrupción en el transporte.

En este estudio nos centramos en los efectos directos de las catástrofes en las infraestructuras críticas para definir el impacto económico. Para cada desastre se ha estudiado qué infraestructuras críticas, de las mencionadas anteriormente, fueron afectadas y se ha estimado el impacto económico en cada una de ellas.

Hemos definido una metodología de 3 dimensiones para estimar el impacto económico de los desastres en las infraestructuras críticas:

- **Coste de equipamiento o infraestructura dañada o afectada:** Ejemplos: coste de un transformador o cable roto, materiales para reparar un puente destruido o una carretera dañada.
- **Coste de personal para las labores reparación y sustitución:** Ejemplos: reparación de una línea de transmisión o un aislador, construcción de un nuevo puente o reparación de un pavimento dañado.
- **Coste de pérdida de consumo:** se refiere a la pérdida de ingresos del operador de la infraestructura crítica afectada, fruto de los bienes no vendidos o los servicios no prestados. Ejemplo: pérdida de ingresos de las empresas eléctricas por no suministrar energía.

Así, el impacto total de los desastres sobre cada infraestructura vendrá determinado por la suma del coste de equipamiento o infraestructura dañada, el coste de personal para las labores de reparación y sustitución, y el coste derivado de la pérdida de consumo.

Para los primeros dos tipos de costes (de equipamientos e infraestructuras dañadas y de personal para la reparación y sustitución), la fuente de información es la propia empresa suministradora o el Ministerio responsable de la gestión de la infraestructura. Cabe destacar que la disponibilidad de esos datos es muy limitada y en muchos casos han sido difícil de obtener. En la mayoría de los casos se han obtenido a partir de los datos proporcionados por Agroseguro y el Consorcio de Compensación de Seguros y también de medios de comunicación.

El coste sobre el consumo puede estimarse a partir del número de unidades (empresas, viviendas o particulares) que se han visto afectadas. Para calcular la pérdida de consumo hemos utilizado una fórmula para cada tipo de servicio basado en las variables descritas en la siguiente ecuación:

$$= \text{Pérdida consumo} \\ = \text{Tiempo afección} \times \text{Unidades afectadas} \times \text{Consumo medio} \times \text{Coste} \times \text{Factor Estacionalidad}$$

Donde:

- El tiempo de afección es el tiempo en el que la infraestructura crítica no ha prestado servicios o no ha vendido bienes a sus clientes.
- Las unidades afectadas son las personas, viviendas o empresas que han sido afectadas por la falta de servicios o bienes.
- El consumo medio se refiere al consumo del servicio o bien que se consume por usuario final y por unidad de tiempo.
- El coste medio se refiere al coste medio unitario del servicio o bien no suministrado.
- El factor de estacionalidad se refiere a la variación de consumo medio en función de la estación en la que estimamos el coste. Por ejemplo, el consumo de energía aumenta aproximadamente en un 20% durante los meses de invierno respecto al consumo medio anual [9]. Por ello, en caso de estimar el coste de pérdida de consumo en energía en los meses de invierno aplicaríamos un factor de estacionalidad de un 1,2.

Para estimar el impacto económico de los desastres ocurridos en 2021, se utiliza esta metodología y se analizan los tres tipos de costes para cada desastre e infraestructura y se calcula el coste total para cada infraestructura mediante la suma de las tres partidas.

Datos

Los análisis que se presentan en este estudio se apoyan en los datos de Agroseguro y el Consorcio de Compensación de Seguros. Además, se han usado los siguientes parámetros para poder estimar el coste por pérdida de consumo:

- **Energía:** el consumo diario de electricidad en 2021 se estima que fue de 5.407,3 kWh/vivienda [10]. Por lo tanto, el consumo diario de electricidad se estima que fue de 14,81 kWh/vivienda y día. El

precio medio de Kwh en 2021 fue de 0,26 €/kwh [11]. Por lo tanto, el coste diario de electricidad por vivienda es de 3,81 €/vivienda.

- **Gas:** el consumo medio de gas de las viviendas con calefacción, agua caliente y cocina de gas es de 7.921 kwhT anuales mientras que el de las viviendas sin calefacción, pero con consumo de gas para agua caliente y cocina es de 2.956 kwhT [12]. Haciendo una media entre las dos y dividiendo por los días del año obtenemos que el consumo medio diario de gas es de 29,8 kwhT/vivienda y día. El coste de kWhT estimamos que es de 0,13 €/kWhT [13], entonces, el coste diario de gas por vivienda y día es de 3,874 €.
- **Agua:** el consumo medio de agua en las viviendas españolas es de 142 litros /vivienda y día [14]. A su vez, el coste medio de 1.000 litros de agua para uso doméstico es de 1,90 euros [15]. Por lo tanto, el coste medio de agua de 0,27 €/vivienda y día.
- **Transporte:** el coste de viabilidad invernal por el uso de las quitanieves para la limpieza de las carreteras de toda la red es de 370.000 euros /día [16]. Además, el coste anual de mantenimiento de las carreteras es de 80.000 euros /km [17].

Resultados

Como se ha mencionado en el apartado de metodología, el análisis del impacto económico en las infraestructuras críticas se ha calculado por cada desastre. Para cada uno de los 10 desastres analizados, primero se ha determinado qué infraestructuras se vieron afectadas y después se ha calculado para cada infraestructura el impacto económico generado².

Como puede observarse, el evento que afectó a un mayor número de infraestructuras críticas fue Filomena donde se vieron afectadas cinco diferentes: energía, agua, alimentación, salud y transporte. El siguiente evento más severo fue el pedrisco y las lluvias ocurridas en mayo que, aunque solamente afectaron al sector de la alimentación y transporte, su coste fue muy elevado. Las heladas de marzo fueron los siguientes eventos que más impacto económico generaron en las infraestructuras críticas, de nuevo debido al sector de la alimentación. En este caso el sector de transporte no se vio significativamente afectado.

Infraestructuras críticas afectadas en cada evento

| | Fecha | Alimentación | Transporte | Energía | Salud | Agua |
|-----------------------|---------------|--------------|------------|---------|-------|------|
| Filomena | 02/01 - 20/01 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Heladas | 19/03 - 24/03 | ✓ | | | | |
| Heladas | 12/04 - 19/04 | ✓ | | | | |
| Pedrisco y lluvias | 23/05 - 23/06 | ✓ | | | | |
| Viento y ola de calor | 11/08 - 16/08 | ✓ | | | ✓ | |
| DANA 1 | 30/08 - 02/09 | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| DANA 2 | 15/09 - 25/09 | ✓ | ✓ | | | ✓ |
| Erupción volcánica | 19/09 - 13/12 | ✓ | ✓ | | ✓ | |
| Inundaciones Ebro | 10/12 - 16/12 | ✓ | ✓ | | ✓ | |

Fuente: Tecnun Universidad de Navarra

Los siguientes eventos más severos fueron la DANA que ocurrió en la segunda quincena de septiembre y la erupción volcánica en la isla de La Palma. En el primer caso, la Dana afectó sobre todo a la agricultura, al transporte y al sector del agua. En el segundo caso, los daños se

² En el anexo I disponible en versión digital, se explican en detalle los cálculos realizados para la estimación del impacto económico por cada desastre.

concentraron en los sectores de alimentación y transporte. La Dana ocurrida a finales de agosto fue el siguiente evento con mayor impacto económico, seguido por las heladas en abril. Finalmente, las olas de calor y viento y las inundaciones por la subida del río Ebro fueron los eventos con menos impacto económico. En total, los eventos más significativos analizados en este informe generaron un impacto económico en las infraestructuras críticas de 522.766.227 euros.

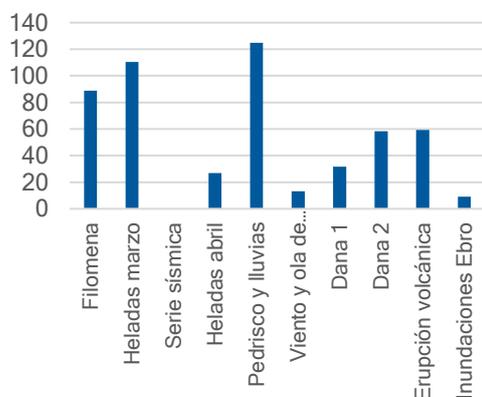
Estimación del impacto económico de los 10 eventos en las infraestructuras críticas

| | Alimentación | Transporte | Energía | Salud | Agua | Total |
|----------------------|--------------------|-------------------|------------------|----------------|----------------|--------------------|
| Filomena | 58.718.166 | 26.035.562 | 564.522 | 3.428.571 | 40.500 | 88.787.321 |
| Heladas marzo | 110.407.316 | - | - | - | - | 110.407.316 |
| Heladas abril | 26.825.887 | - | - | - | - | 26.825.887 |
| Pedrisco y lluvias | 123.820.631 | 1.028.677 | - | - | - | 124.849.308 |
| Viento, ola de calor | 13.315.148 | - | - | - | - | 13.315.148 |
| DANA 1 | 30.392.751 | 1.277.631 | 19.033 | - | - | 31.689.415 |
| DANA 2 | 58.247.533 | 4.397 | - | - | 150.000 | 58.401.931 |
| Erupción volcánica | 18.800.000 | 40.500.000 | - | - | - | 59.300.000 |
| Inundaciones Ebro | 6.547.514 | 2.641.244 | - | 1.142 | - | 9.189.901 |
| | 447.074.946 | 71.487.512 | 3.429.714 | 583.555 | 190.500 | 522.766.227 |

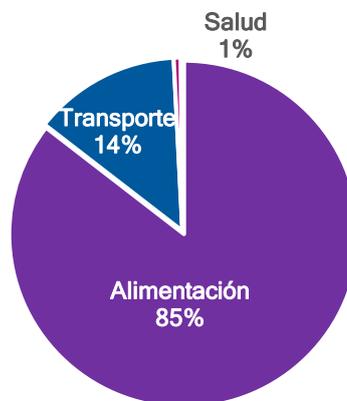
Fuente: Tecnun Universidad de Navarra

La infraestructura de alimentación es la que más impacto económico ha sufrido debido a los desastres ocurridos en 2021. Este dato claramente está influenciado por la disponibilidad de los datos, ya que, este estudio ha contado con datos de Agroseguro pero no ha tenido acceso a datos concretos de otras infraestructuras críticas. Los cálculos para el resto de las infraestructuras críticas se han realizado a partir de noticias recopiladas y estimaciones realizadas.

Impacto económico por evento, millones de euros



Distribución del impacto económico por infraestructura crítica



Fuente: Tecnun Universidad de Navarra

La segunda infraestructura crítica más afectada ha sido el transporte. Las heladas y las tormentas de nieve afectan directamente a las carreteras, cortándolas y siendo necesaria su limpieza o reparación. El pedrisco y las lluvias, y las DANAS crearon inundaciones, afectando directamente a las carreteras. Finalmente, la erupción volcánica interrumpió completamente el transporte aéreo. La salud fue la tercera infraestructura crítica más afectada, principalmente por los efectos indirectos de otras infraestructuras como el transporte. Las afecciones en el transporte aumentaron la inaccesibilidad del personal sanitario y pacientes al hospital, lo que genera un impacto económico. La energía también se vio afectada, pero en menor magnitud que la salud, debido a las tormentas que generaron cortes de electricidad y gas. Sin embargo, las interrupciones no fueron de larga duración. La infraestructura menos afectada fue el agua, donde los daños sobre todo se debieron a la pérdida de consumo y daños en la infraestructura crítica.

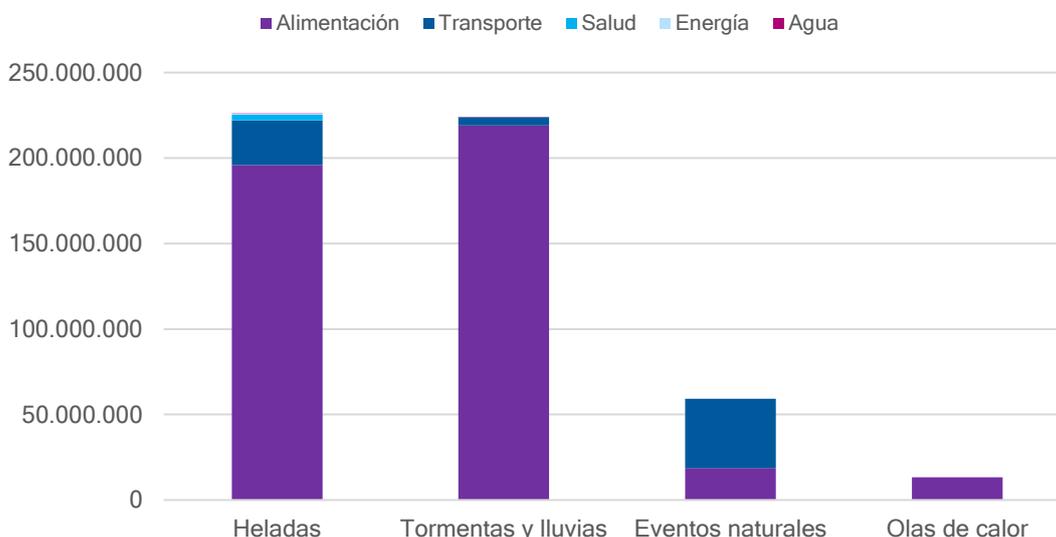
Los 10 eventos más significativos de 2021 se han agrupado en los siguientes tipos de evento en base a la categorización de Unesco [18]: eventos relacionados con climatología extrema (ciclones, heladas, tormentas y lluvias, olas de calor, etc.), eventos relacionados con la naturaleza (seísmos, tsunamis, erupciones volcánicas, deslizamientos de tierra, etc.). A su vez, los eventos de climatología extrema se han desagregado en tres tipos según su naturaleza: heladas, tormentas y lluvias y olas de calor.

Clasificación de los eventos de 2021 por tipo de evento

| Tipo de evento | | | |
|----------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|
| Heladas | Filomena | Eventos naturales | Serie sísmica |
| | Heladas de marzo | | Erupción volcánica |
| | Heladas de abril | | |
| Tormentas y lluvias | Pedrisco y lluvias | Olas de calor | Viento y olas de calor |
| | Dana 1 | | |
| | Dana 2 | | |
| | Inundaciones de Ebro | | |

En el caso de las heladas y las tormentas y lluvias, la alimentación es la que más daños sufre debido a la pérdida de los cultivos. En el caso de las heladas, el transporte también fue afectado, pero en menor medida ya que requiere de labores de limpieza y reparación. La salud, la energía y el agua fueron afectados, pero su impacto fue muy pequeño ya que, aunque el servicio se detenga durante unas horas, no sufren daños en las instalaciones y eso reduce el impacto económico.

Impacto económico en las infraestructuras críticas por tipo de evento, euros



En el caso de las tormentas y las lluvias, además de la alimentación, el transporte también se ve afectado, cortando las carreteras. Sin embargo, el impacto es menor, ya que el tráfico se desvía por carreteras alternativas. Los costes aumentan en caso de que las carreteras se vean dañadas o requieran de labores de limpieza. También aumentan considerablemente en caso de que afecte al transporte aéreo.

En cuanto a los desastres inducidos por fenómenos geológicos como la erupción volcánica o los seísmos, la magnitud de los eventos sísmicos fue relativamente baja, por lo que no afectó de manera significativa a ninguna infraestructura crítica. Sin embargo, en el caso de la erupción volcánica, además de las afecciones en la alimentación, el transporte aéreo se interrumpió y eso generó un impacto económico significativo. Esta situación es muy común en caso de erupciones volcánicas y en caso de que estas erupciones ocurran en una isla, genera importantes efectos indirectos en otras infraestructuras por la alta dependencia al transporte aéreo.

Finalmente, en las olas de calor, el impacto más elevado ha sido registrado en la infraestructura de alimentación por la pérdida de varios cultivos. También, ha habido un aumento de la demanda de los servicios sanitarios, pero no se ha encontrado ninguna evidencia sobre su impacto económico. Cabe destacar que este es el evento donde se han registrado mayor número de muertes.

Limitaciones del estudio

Una de las principales limitaciones de este estudio reside en la falta de datos para realmente estimar el impacto económico que han generado estos eventos en las distintas infraestructuras. Tal y como se ha explicado en la metodología, los datos para poder calcular el coste de los equipamientos e infraestructuras dañadas y la reparación o sustitución de los mismos pertenecen a las empresas privadas y públicas responsables de la gestión de las infraestructuras críticas. La disponibilidad de esos datos es muy limitada y esto dificulta la estimación real del impacto económico de los desastres.

Los datos proporcionados por Agroseguro han facilitado evaluar el impacto económico en el sector de la alimentación y por ello se ha visto que es el sector que mayor impacto ha sufrido. Los datos del Consorcio de Compensación de Seguros también han permitido evaluar el impacto económico de algunos desastres para el sector de transporte, pero el nivel de alcance de los daños es menor.

Para el resto de las infraestructuras críticas no se ha podido recopilar información acerca de los dos primeros tipos de costes (costes de equipamientos e infraestructuras afectadas y costes de reparación). Por lo tanto, estos resultados están claramente condicionados por los datos disponibles durante el estudio y por consiguiente, las estimaciones que se han hecho son conservadoras.

Conclusiones

Se ha estimado que el impacto económico sobre las infraestructuras críticas de los desastres más significativos en 2021 fue de 522.766.227 euros. Se ha visto que el pedrisco y las lluvias ocurridas entre mayo y junio fueron los eventos que mayor impacto económico generaron en las infraestructuras críticas, seguidos por las heladas en abril.

Respecto al tipo de infraestructura crítica, la alimentación fue el sector más afectado según nuestros datos, seguido por el transporte. Finalmente, las heladas y la nevada fueron los eventos cuyos impactos afectaron a un mayor número de infraestructuras críticas y que provocaron los mayores daños durante el año 2021.

5. Vulnerabilidad social frente a las catástrofes

Introducción

Las catástrofes naturales son fenómenos con graves consecuencias humanas, ambientales y económicas. Actualmente, dado que evitarlas resulta una tarea imposible, el mejor recurso disponible para combatirlos es la anticipación y la preparación. Como parte importante para dicha preparación está la tarea de elaborar un conocimiento que sirva para diseñar estrategias orientadas a reducir, en la medida de lo posible, el impacto derivado de la incidencia de la catástrofe. Entre los objetivos de este anhelado conocimiento se encuentra el de identificar el nivel de vulnerabilidad de las diferentes poblaciones ante las diferentes catástrofes, para así responder ante las mismas del modo más adecuado. Esto significa minimizar las consecuencias optimizando los recursos invertidos.

En el presente capítulo se presentan los resultados de la investigación sobre el fenómeno de la vulnerabilidad social y su vínculo con las catástrofes realizado desde la Cátedra de Catástrofes de la Universidad Pontificia Comillas. Fruto de dicha investigación se ha logrado el diseño y construcción de cuatro indicadores de vulnerabilidad social frente a catástrofes relativos a cuatro tipos de eventos catastróficos que asolaron a España durante el año 2021. Los eventos para los que se proponen indicadores son: las olas de calor, las nevadas, los terremotos y las lluvias torrenciales.

El capítulo comienza introduciendo el marco conceptual empleado para el diseño del conjunto de indicadores, seguido de la estrategia metodológica aplicada en la construcción del indicador, la justificación de las catástrofes estudiadas, y finaliza con la presentación de los resultados del indicador para el caso de España a nivel provincial.

Marco Conceptual

La vulnerabilidad es un concepto abstracto y, como tal, su definición y su consecuente medición difiere en función del marco interpretativo desde el cual se aborde. En el estudio del impacto de las catástrofes no hay un consenso sobre la definición y medición de la vulnerabilidad frente a las catástrofes y así lo demuestra la gran diversidad de estrategias metodológicas y concepciones presentes en la literatura científica para su estudio (Bajinath-Rodino et al., 2021; Lam et al., 2014; Papatoma-Köhle et al., 2019, 2019; Shijin et al., 2019). Aunque, bien es cierto, en los últimos tiempos destaca la definición de vulnerabilidad propuesta por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático de Naciones Unidas (IPCC) (IPCC 2001, p.995). Multitud de trabajos de investigación se han valido del esquema propuesto por el IPCC para la construcción de indicadores de vulnerabilidad para una amplia gama de catástrofes y territorios (Adu et al., 2018, 2018; Bajinath-Rodino et al., 2021; Flanagan et al., 2011; Lam et al., 2014).

De acuerdo con dicho organismo, la vulnerabilidad de una población frente a una catástrofe ambiental es un concepto constituido por tres dimensiones:

- i. grado de exposición
- ii. capacidad de adaptación
- iii. sensibilidad de la población

El grado de exposición se refiere al nivel incidencia o la probabilidad a la que una población es susceptible a padecer a un determinado tipo de evento catastrófico. Cuanto mayor sea la probabilidad con la que este se presente mayor será el riesgo de la población. Por tanto, este es un elemento determinante para conocer la medida en la que una población es vulnerable a una catástrofe. Sin embargo, la exposición no es el único elemento involucrado a la hora de determinar el impacto de una catástrofe y las consecuencias derivadas. El nivel de desarrollo y bienestar dado en la sociedad también son elementos de suma importancia. La calidad de las infraestructuras, la cantidad y calidad de los servicios o el estado de salud general de la población, por mencionar algunos ejemplos, son elementos que median en la capacidad que tiene una sociedad para amortiguar y recomponerse ante el golpe de una catástrofe natural.

Es por ello por lo que el esquema conceptual que propone el IPCC, además de considerar la dimensión puramente ambiental (grado de exposición a la catástrofe), también incluye dos dimensiones de carácter social. Por un lado, considera la capacidad de adaptación que se define como la capacidad que tiene una sociedad para resistir o recuperarse ante una catástrofe. Y por otro lado también incluye la dimensión de sensibilidad, que se refiere a las debilidades que presenta este territorio y que dificultarán o aumentarán las consecuencias de la catástrofe a corto medio y largo plazo.

Metodología

Tal y como define el IPCC, la vulnerabilidad resulta de la interacción entre el fenómeno catastrófico y la población afectada, quedando definido en función de tres dimensiones: la exposición, la adaptabilidad y la sensibilidad.

La exposición es la dimensión más sencilla de evaluar pues se deriva de la medición de la incidencia de fenómenos físico-ambientales, elementos especialmente susceptibles a ser medidos. Además, al tratarse de fenómenos socialmente relevantes y ser ampliamente estudiados, hay gran disponibilidad de datos que informan sobre su gravedad e incidencia. Sin embargo, las otras dos dimensiones (la capacidad de adaptación y la sensibilidad), al ser conceptos que aspiran a capturar la idiosincrasia de las sociedades, son constructos mucho más difíciles de medir. Hay que tener en cuenta que las sociedades son sistemas complejos que involucran un elevado número de actores, entidades, procesos e interacciones.

Variables incluidas en los indicadores por catástrofe y dimensión

| | Ola de Calor | Lluvias torrenciales | Nevadas | Terremotos |
|------------------------------------------------|--------------|-------------------------|----------|------------|
| Proporción de Universitarios | a | a | a | a |
| Ambulancias por 100.000 hab. | a | a | a | a |
| Tasa de población urbana | a | | | |
| Nº de servicios de bomberos | a | a | a | a |
| Población con acceso a internet | a | a | a | a |
| Carreteras (km) | a | a | a | a |
| Quitanieves | | | a | |
| Capacidad de fundentes | | | a | |
| Población urbana | | a | a | a |
| Movilidad Interprovincial | | s | s | s |
| Temperatura Inadecuada Hogar | | | s | |
| Suelo Agrario (Ha) | | | s | |
| Mayores que viven solos (>65 años) | s | s | s | s |
| Tasa de Paro | s | s | s | s |
| Tasa Bruta Natalidad | s | s | s | s |
| Suelo Agrario (ha) | s | s | s | |
| Tasa de dependencia | s | s | s | s |
| Tasa Bruta Mortalidad | s | s | s | s |
| Días con más de 30º grados | e | | | |
| Días de nieve en enero | | | e | |
| Magnitud de seísmos en 2021 | | e | | |
| Precipitación diaria > 30 mm (meses de verano) | | e | | |

a = Variable Relativa a la Dimensión Adaptación

s = Variable Relativa a la Dimensión Sensibilidad

e = Variable Relativa a la Dimensión Exposición

Fuente: ICAI Universidad Pontificilla de Comillas

Por ello, para lograr una aproximación precisa de cada dimensión, se requiere a su vez de un conjunto amplio de indicadores que informen sobre los diferentes elementos que abarca la misma. Sin embargo, hasta el momento, no hay un acuerdo estandarizado del conjunto de variables adecuadas para medir cada dimensión. Luego la selección de estas se ha realizado en función de la definición de cada dimensión y la literatura previa (Adu et al., 2018, 2018; Baijnath-Rodino et al., 2021; Flanagan et al., 2011; Lam et al., 2014).

Para evaluar la dimensión de exposición, al tratarse de un fenómeno de carácter físico, como ya se ha mencionado antes, y por tanto susceptible a ser medido de forma objetiva, tan solo se ha empleado una variable por catástrofe. Mientras que, para las dimensiones de carácter social, la capacidad de adaptación y la sensibilidad, al tratarse de constructos complejos, se ha requerido del empleo de un conjunto amplio de variables por catástrofe y dimensión.

Una vez seleccionadas las variables que componen cada indicador, es preciso determinar la relevancia de estas dentro de la dimensión. Esta cuestión, junto con la selección de variables, son elementos determinantes para la construcción del indicador, pues su elección condicionará notablemente los resultados (Becker et al., 2017). De acuerdo con la revisión sistemática de Beccari (2016), sobre indicadores de vulnerabilidad, en la mitad de los trabajos de investigación donde se construyó un indicador de este tipo, se ponderó por igual a todos los subindicadores; un 25% de los trabajos lo hizo de acuerdo con criterios arbitrarios de los investigadores y un último 25% en base a criterios empírico-estadísticos.

Considerando que la estrategia empírico-estadística es la menos arbitraria, y en consecuencia, fiable, esta ha sido la seleccionada para la construcción de los indicadores. Siguiendo esta línea Papathoma-Köhle (2019) propone una estrategia empírica para la determinación de los pesos. En su estrategia, la importancia relativa de cada variable dentro de su dimensión viene determinada por su correlación con las catástrofes anteriores, vínculo estimado a través de un modelo estadístico. El modelo en cuestión empleado por Papathoma-Köhle es el *random forest*. Esta técnica permite predecir el comportamiento de una variable a partir de otras, además de ofrecer el valor predictivo de cada una de las variables explicativas. De este modo la importancia de cada variable dentro de la dimensión es el resultado de ponderar el valor de la variable, previamente estandarizado, por el valor que cuantifica la capacidad predictiva de la misma. Luego aquellas que arrojen una mayor capacidad de predicción sobre la gravedad de la catástrofe acumularán una mayor importancia en la dimensión.

La técnica *random forest* ha sido aplicada para estimar los pesos de las variables relativas a las dimensiones: capacidad de adaptación y sensibilidad, de tres de las cuatro catástrofes estudiadas. Para la catástrofe terremotos se ha optado por aplicar la técnica de la regresión lineal en sustitución del *random forest*. Una técnica que además de ofrecer el valor de la capacidad predictiva/explicativa de las variables consideradas, permite incluir variables de control. Para el caso de los terremotos es fundamental considerar la profundidad del hipocentro, lugar desde el que se desencadena el temblor, para tener un mejor ajuste del modelo y en consecuencia evitar sesgos y lograr estimaciones más precisas. La dimensión exposición, dado que solo se ha representado a través de una variable, no ha requerido de la estrategia de ponderación.

Una vez realizado el procedimiento para la determinación de los pesos, el indicador de vulnerabilidad se ha estimado por medio de la formulación propuesta por Hahn et al (2009), que define la vulnerabilidad como:

$$\text{Índice Vulnerabilidad} = (\text{Exposición} - \text{Capacidad de Adaptación}) \times \text{Sensibilidad}$$

Selección de eventos catastróficos

Las catástrofes estudiadas han sido las olas de calor, las nevadas, los terremotos y las lluvias torrenciales³.

A- Índice de vulnerabilidad social frente a las olas de calor

El clima español destaca por ser uno de los más cálidos del continente europeo, y a pesar de que esta característica sitúa al país como uno de los destinos turísticos predilectos, el calor es responsable de cientos de defunciones anualmente. En efecto, el programa de Monitorización de la Mortalidad del Instituto Carlos III estima que, durante el año 2021, alrededor de 2.000 muertes en España serían atribuibles a las altas temperaturas, en su mayoría, durante el periodo estival. En consecuencia, se ha considerado oportuna la construcción de un indicador que informe sobre el grado de vulnerabilidad a nivel provincial frente a las altas temperaturas.

Olas de calor

Pesos del indicador de vulnerabilidad

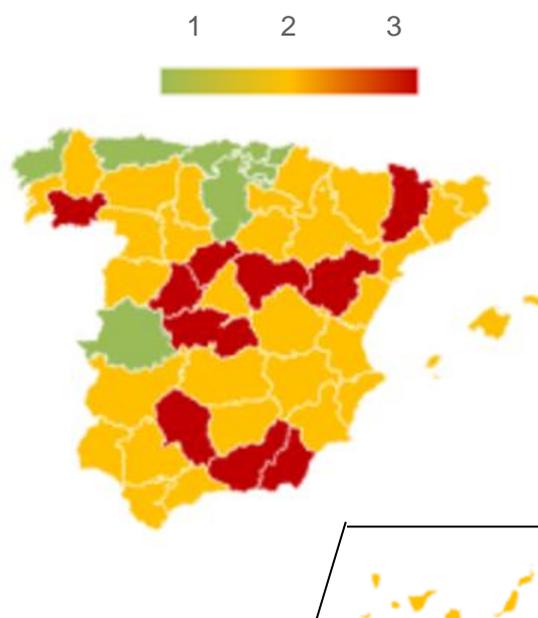
| Adaptación | |
|---------------------------|--------|
| Variable | Peso |
| Población Urbana | 35.123 |
| Ambulancias | 33.695 |
| Acceso a Internet | 21.244 |
| Carreteras (km) | 11.210 |
| Proporción Universitarios | 8.279 |
| Nº Servicios de Bomberos | 3.048 |

| Sensibilidad | |
|--------------------------|--------|
| Variable | Peso |
| Mayores que viven solos | 29.144 |
| Tasa Bruta de Mortalidad | 20.714 |
| Tasa de Paro | 19.829 |
| Tasa Bruta de Natalidad | 9.174 |
| Tasa de Dependencia | 7.785 |
| Suelo Agrario (ha) | 6.979 |

| Exposición | |
|-----------------------------|------|
| Variable | Peso |
| Días con temperatura >30 °C | 1,00 |

| Variable de Ponderación | |
|----------------------------------------------------------|--|
| Nº De Fallecimientos asociados al exceso de temperaturas | |

Índice de vulnerabilidad



La variable empleada para medir la exposición frente a las olas de calor ha sido el promedio de días donde las temperaturas superan los 30 grados durante los meses de junio, julio y agosto (valor climatológico, periodo de referencia 1981-2010). Esta variable nos permite captar aquellos territorios que padecen un mayor número de días sometidos a un intenso calor durante los meses de junio, julio y agosto.

De acuerdo con los datos ofrecidos por la Agencia Estatal de Meteorología, las provincias más calurosas se encuentran al sur de la península: Córdoba con 27 días, Sevilla con 25 días y Granada con 24. Por el contrario, los territorios que menos expuestos a días de intenso calor durante los meses de verano son Asturias y Cantabria con menos de un día de media y A Coruña, que reporta poco más de un día de media.

³ En el anexo II disponible en versión digital, se explican en detalle los cálculos realizados para la estimación del índice de vulnerabilidad.

Por su parte, de acuerdo con los resultados del indicador derivado *Capacidad de Adaptación*, las provincias que mejor capacidad de adaptación han reportado han sido Cáceres, Badajoz y Burgos. A su vez, las provincias con menor capacidad de adaptación son: Ourense, Ávila y Lugo.

En cuanto a las provincias con mayor nivel de sensibilidad se encuentran Cuenca, Teruel y, a una distancia considerable del primero, Lugo. Mientras que las provincias con menor grado de sensibilidad son Madrid, seguida muy de cerca por Barcelona y Alicante. Se ha procedido a reflejar en un mapa los resultados del indicador general de vulnerabilidad diferenciando a los territorios de acuerdo con los tres niveles de vulnerabilidad siendo el nivel 1: vulnerabilidad baja; el nivel 2: vulnerabilidad intermedia y el nivel 3: vulnerabilidad alta⁴.

En el mapa se aprecia, que las provincias con bajo nivel de vulnerabilidad son pocas, concretamente 8, la mayoría de ellas situadas en el norte del país. Llama la atención la pertenencia en este grupo de la provincia de Cáceres, la cual sostiene un elevado nivel de exposición (la novena provincia que más días de calor intenso acumula). Sin embargo, su alta capacidad de adaptación y su puntuación intermedia en el subindicador de sensibilidad le procuran a esta provincia una posición aventajada respecto a la vulnerabilidad frente a las altas temperaturas.

El grupo de provincias con vulnerabilidad intermedia es el más numeroso; lo compone un total de 32 provincias que abarcan prácticamente la totalidad del mapa. De este grupo destacan las provincias de Ciudad Real, Jaén y Murcia, ambas caracterizadas por una alta exposición y unos niveles de adaptabilidad y sensibilidad intermedios.

Respecto al último nivel de vulnerabilidad, el más elevado, el grupo de provincias que lo componen son un total de diez, siendo Toledo la más vulnerable. La presencia de Lleida, Segovia o Ávila puede resultar sorprendente por no ser poblaciones que se caractericen por una alta exposición, sin embargo, son territorios con una elevada sensibilidad. Ourense, por su parte, si bien no presenta un grado tan elevado de sensibilidad, aparece como una provincia altamente vulnerable, a causa de su escasa capacidad de adaptación.

B- Índice de vulnerabilidad social frente a las nevadas

Tras un duro año 2020 marcado por la pandemia de COVID-19, el año 2021 empezó con otra importante catástrofe, una borrasca, conocida como el temporal Filomena, que asoló fundamentalmente la meseta central de la península. La nevada paralizó durante semanas gran parte de las calles de la capital, bloqueando un importante motor productivo del país. Además, produjo diversas consecuencias como daños en el mobiliario urbano, perjuicios para la salud pública como un amplio número de accidentes de tráfico, contusiones, aislamiento involuntario, etc. Dado su considerable impacto, por condicionar por completo la vida cotidiana y sus repercusiones derivadas, se han incluido las nevadas durante el periodo invernal como otra catástrofe de interés.

De acuerdo con los datos medios, las provincias más expuestas a las nevadas durante el mes de enero son las provincias castellanas de Soria, Burgos (con cinco días de nieve), seguidas de Ávila y Segovia (con 4 y 3 días de nieve). Datos significativos teniendo en cuenta que un total de 32 provincias arrojan una incidencia de menos de un día de nieve de media entre 1981 y 2010, siendo 9 de ellas provincias cuya probabilidad de nieve es ínfima, reportando aproximadamente 0 días de nieve en este periodo.

Por su parte, las provincias con mayor capacidad de adaptación resultan ser Burgos, Cáceres y Madrid. Por el contrario, las provincias con menor capacidad de adaptación a las nevadas son Guipúzcoa, Pontevedra y Navarra. Respecto a la dimensión sensibilidad son Guadalajara, Cuenca y Almería, las provincias con mayor sensibilidad. Las provincias con menos sensibilidad son a su vez Asturias, León y A Coruña.

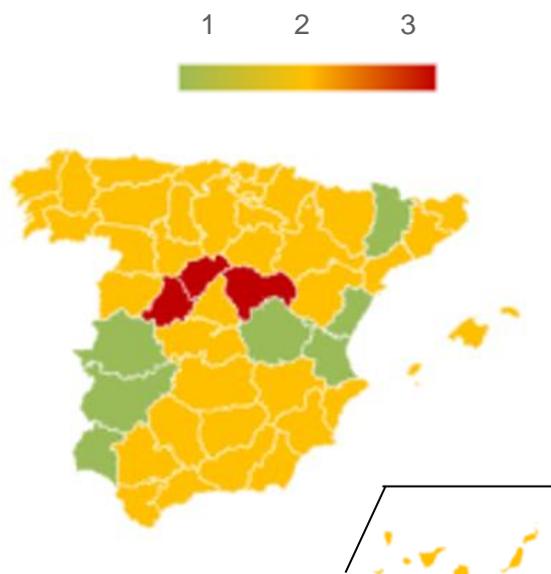
⁴ Los grupos han sido definidos en función de su puntuación en el indicador de vulnerabilidad general. Siendo las provincias pertenecientes al grupo de vulnerabilidad baja aquellas que han obtenido una puntuación igual o inferior a 33 puntos, las del grupo de vulnerabilidad intermedia de entre 33 a 66 puntos y las de vulnerabilidad alta una puntuación por encima de los 66 puntos.

Nevadas

Pesos del indicador de vulnerabilidad

| Variable | Peso |
|-------------------------------------------------------------------|----------|
| Adaptación | |
| Ambulancias | 3,42E+15 |
| Población Urbana | 2,47E+15 |
| Quitanieves | 2,11E+15 |
| Acceso a Internet | 1,43E+15 |
| Carreteras (km) | 7,24E+14 |
| Disponibilidad de Fundentes | 6,76E+14 |
| Población Universitaria | 3,73E+14 |
| Nº Servicios de Bomberos | 3,24E+14 |
| Sensibilidad | |
| Tasa de Paro | 3,17E+15 |
| Mayores que Viven Solos | 2,76E+15 |
| Movilidad Interprovincial | 1,47E+15 |
| Temperatura Inadecuada Hogar | 8,49E+14 |
| Suelo Agrario (ha) | 7,66E+14 |
| Tasa Bruta de Natalidad | 7,23E+14 |
| Tasa de Dependencia | 7,11E+14 |
| Exposición | |
| Nº Días de Nieve en Enero | 1 |
| Variable de Ponderación | |
| Importe de aseguradoras para daños causados por nieve en Filomena | |

Índice de vulnerabilidad



En cuanto al índice de vulnerabilidad general frente a nevadas, son siete las provincias que se encuentran en el grupo de vulnerabilidad baja (arrojan una puntuación de menos de 33 sobre 100 en el indicador). Mientras que el grupo de vulnerabilidad intermedia vuelve a ser el más numeroso, esta vez incluso en una mayor proporción que en el caso de las olas de calor. Lo conforman un total de 40 provincias. El grupo de mayor vulnerabilidad, sin embargo, está compuesto por tan solo tres provincias, siendo la de mayor vulnerabilidad Ávila, seguida de Segovia y Guadalajara.

C- Índice de vulnerabilidad social frente a los terremotos

Con el aciago recuerdo del terremoto de Lorca aun en la memoria, que demostró el poder devastador de los movimientos sísmicos, los terremotos se presentan como una innegable catástrofe a considerar. En España durante el año 2021 hubo un total de 5.560 movimientos sísmicos afectando a 36 de las 52 provincias del territorio nacional, aunque cabe mencionar que tan solo el 6% superó la magnitud tres de la escala de Richter. Los de mayor intensidad se produjeron en Granada en enero y diciembre del mismo año, y aunque su presencia fue sentida por la población, los perjuicios producidos fueron leves sin llegar a causar daños estructurales.

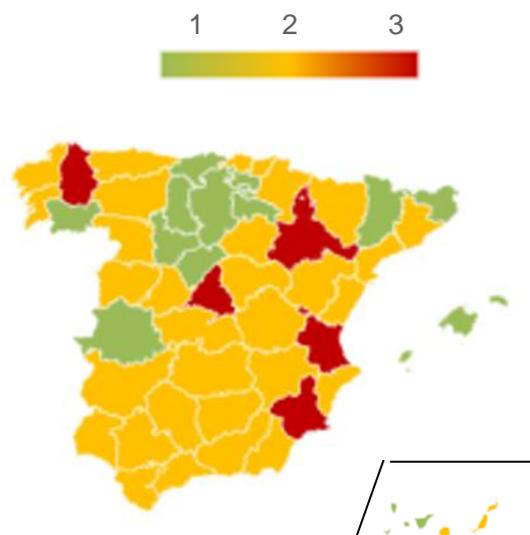
La variable empleada para evaluar la exposición a seísmos ha sido la magnitud sísmica promedio durante el año 2021. Según los datos del Instituto Geográfico Nacional la mayoría de las provincias españolas presenciaron algún temblor, un total de 36 frente a las 52 que componen el total del territorio. La provincia que tuvo una magnitud promedio mayor fue Zamora con un 2,23 en la escala Richter. Este dato sugiere que los seísmos no han sido apenas sentidos por la población española durante el curso 2021. A pesar de ello, y dado que en cualquier momento podría ocurrir un temblor de mayor magnitud como ya ha ocurrido en anteriores ocasiones, no hay que abandonar el trabajo en la prevención estudiando la vulnerabilidad que cada provincia reporta.

Terremotos

Pesos del indicador de vulnerabilidad

| Variable | Peso |
|--------------------------------|------|
| Adaptación | |
| Acceso a Internet | 0,17 |
| Tasa Ambulancias | 0,04 |
| Nº Servicios de Bomberos | 0,02 |
| Población Universitaria | 0,02 |
| Ratio de Población Urbana | 0,02 |
| Carretera (km) | 0,00 |
| Sensibilidad | |
| Tasa Dependencia | 0,37 |
| Tasa de Paro | 0,16 |
| Tasa Bruta de Mortalidad | 0,14 |
| Movilidad Interprovincial | 0,11 |
| Tasa Bruta de Natalidad | 0,05 |
| Mayores que Viven Solos | 0,03 |
| Exposición | |
| Magnitud Sísmica Media (2021) | 1 |
| Variable de Ponderación | |
| Intensidad Sísmica (2017-2021) | |

Índice de vulnerabilidad



Según el subindicador capacidad de adaptación, las provincias con mayor capacidad de adaptación son Burgos, Cáceres y Cuenca. Mientras que las que menos capacidad de adaptación arrojan son Asturias, Murcia y Guipúzcoa. En cuanto a la sensibilidad Madrid, junto con las provincias catalanas Lleida, Girona y Barcelona son las más sensibles. Por el contrario, como menos sensibles figuran Jaén, Huelva y Asturias.

Finalmente, Madrid aparece como la provincia más vulnerable, en gran medida por su alto grado de sensibilidad, seguida de Valencia y Murcia. Lugo y Zaragoza completan el grupo de provincias de vulnerabilidad alta según su puntuación en el indicador. Como es habitual, en el grupo intermedio de vulnerabilidad media se encuentran la mayoría de las provincias. Mientras que ahora el grupo menos vulnerable es significativamente más numeroso que para anteriores catástrofes, estando formado por un total de 13 provincias. De entre ellas destacan Segovia, Lleida y las Islas Baleares por su baja puntuación en el indicador.

D- Índice de vulnerabilidad social frente a las lluvias torrenciales

Las tormentas y precipitaciones convectivas estivales, asociadas o no a una DANA son la última catástrofe analizada. Se incluye por sus grandes perjuicios tanto a nivel sanitario como económico, además de por ser uno de los episodios catastróficos más frecuentes que asolan el territorio español.

La variable recogida para evaluar el grado de exposición provincial es el número de días con precipitaciones muy fuertes (>30mm). Esta variable permite conocer cuáles son las provincias más susceptibles a padecer este tipo de episodios, sin embargo, reporta una debilidad. Al trabajar con la frecuencia de días donde aconteció el evento (en vez de una variable que reporte la intensidad de los mismos), las zonas en donde llueva pocos días, pero de manera desproporcionadamente intensa (como suele ocurrir en el litoral mediterráneo) gozarán de un protagonismo disimulado a nivel de exposición. Teniendo en cuenta esta limitación, se ha procedido a construir el indicador, a falta de una variable más precisa que evite dicho sesgo. En consecuencia, las provincias que padecen de lluvias muy fuertes en una mayor cantidad de días como valor climatológico, son Pontevedra, Guipúzcoa, A Coruña y Girona. Mientras que las que menos son Las Palmas, La Rioja y Soria.

A nivel de adaptabilidad, Cáceres se sitúa como la provincia mejor preparada, después aparece Badajoz a una distancia prudencial y Burgos considerablemente por debajo de la primera. Las menos adaptadas son Ourense, las Islas Baleares y Ávila.

Lluvias muy fuertes

Pesos del indicador de vulnerabilidad

| Variable | Peso |
|--------------------------------------------------------------------|----------|
| Adaptación | |
| Tasa de Ambulancias | 4,04E+12 |
| Ratio de Población Urbana | 3,64E+12 |
| Acceso a Internet | 1,68E+12 |
| Carretera (km) | 9,24E+11 |
| Población Universitaria | 9,05E+11 |
| Nº Servicios de Bomberos | 5,62E+11 |
| Sensibilidad | |
| Tasa Bruta de Mortalidad | 3,18E+12 |
| Población Mayor que Vive Sola | 2,53E+12 |
| Tasa de Dependencia | 1,80E+12 |
| Tasa de Paro | 1,77E+12 |
| Movilidad Interprovincial | 1,65E+12 |
| Tasa Bruta de Natalidad | 5,36E+11 |
| Suelo Agrario (ha) | 4,06E+11 |
| Exposición | |
| Días de Lluvia muy Fuerte | 1 |
| Variable de Exposición | |
| Importe de aseguradoras para daños causados por lluvia en Filomena | |

Índice de vulnerabilidad



Lugo encabeza el listado de territorios con mayor sensibilidad, seguido de Cuenca y Zamora. Madrid, junto con Las Palmas y Barcelona son las provincias que aparecen como menos sensibles a las lluvias muy fuertes.

Respecto al índice de vulnerabilidad frente a lluvias muy fuertes, el grupo de provincias con baja vulnerabilidad es escaso, compuesto por Cuenca, Cáceres, Burgos y Badajoz. El grupo de vulnerabilidad media es de nuevo el grupo más numeroso con un total de 30 provincias. Mientras que el de vulnerabilidad alta está compuesto por un total de 16, situando a esta catástrofe como la que mayor número de provincias con un alto índice de vulnerabilidad reporta. La mayor parte situadas en la región norte del país, siendo las cuatro provincias gallegas las más vulnerables, y unas pocas en el centro de la península (Madrid, Soria y Segovia).

Conclusiones

Esta es la primera aproximación científica a la medición de la vulnerabilidad social frente a catástrofes realizada en el territorio nacional. Cabe mencionar que el alcance de los resultados, en cuanto a su precisión, está constreñido por limitaciones de carácter metodológico que tiene que ver con la disponibilidad de datos precisos a nivel territorial. Con datos con un mayor nivel de desagregación y más estudios empíricos, que sustenten la selección e idoneidad de variables por cada subdimensión del indicador de vulnerabilidad, se podrían obtener estimaciones con un mayor grado de precisión. En cualquier caso, la presente investigación ofrece resultados relevantes para el bienestar de la población española, además de suponer un punto de partida necesario a través del cual seguir haciendo camino hacia la prevención del impacto de las catástrofes naturales. Tarea que se vuelve si cabe más necesaria en un contexto de cambio climático donde se espera que los eventos climáticos extremos aumenten en número e intensidad.

Conclusiones y recomendaciones

En 2021 hemos sido testigos de catástrofes naturales o accidentales que han causado destrucción a bienes y personas, provocando cuantiosas pérdidas económicas en España ese año. Tomando como referencia únicamente aquellos bienes asegurados, **los costes derivados de estos fenómenos extremos ascendieron a más de 2.320 millones de euros**, siendo las indemnizaciones abonadas por este tipo de eventos un **63% superiores a las de 2020 y un 29% superiores a las de 2019** (en euros constantes).

En términos de impacto económico directo e indirecto de las catástrofes naturales en España sobre el PIB y el empleo se ha utilizado la metodología Input-Output, desarrollada por el economista ruso Wassily Leontief (Premio Nobel de Economía en 1973). **Las catástrofes naturales en España provocaron en 2021 pérdidas materiales por valor de alrededor de 1.300 millones de euros, de las que únicamente el 41% estarían aseguradas.** El 84% de las pérdidas se concentraron entre los meses de septiembre y diciembre, coincidiendo con las principales inundaciones y temporales tras el verano, así como las consecuencias de la erupción volcánica en la isla de La Palma. Destacan a su vez las consecuencias de la borrasca Filomena, cuyos daños materiales representaron alrededor del 10% del total anual. **El impacto en rentas de las catástrofes naturales en 2021 provocó que las empresas españolas dejaran de ingresar alrededor de 1.492 millones de euros (51% cubierto y 49% no cubierto) de manera directa.** El 99% de esa pérdida de facturación se concentró en las actividades agrícolas y ganaderas, con diferencia el sector más expuesto a los fenómenos meteorológicos.

En términos de coste humano, el año 2021 ha sido, afortunadamente, el de menor número de pérdidas humanas por desastres naturales, ascendiendo estas a un total de 19, el dato más bajo de la serie de veintisiete años analizados. La primera causa de muerte en 2021 ha sido por deslizamientos de terreno, aludes y temporal de nieve, coincidiendo con la tormenta Filomena. La segunda causa de muerte ha sido por olas de calor. Tres Comunidades Autónomas, Andalucía, Cataluña, y Asturias, concentran cerca del 70% del total de pérdidas humanas ocasionadas por desastres naturales en 2021.

En términos de impacto en las infraestructuras críticas, se distinguen tres dimensiones: costes de equipamiento e infraestructuras afectadas por el desastre; costes de personal para la reparación o sustitución de los daños; y por último, costes de pérdida de consumo por la falta de ingresos debido a la indisponibilidad del servicio o bien no proporcionado. **Se ha estimado que el impacto de estas diez catástrofes en las infraestructuras críticas fue de más de 522 millones de euros**, con el pedrisco y las lluvias ocurridas entre mayo y junio con mayor impacto, seguidos por las heladas en abril. Las heladas y la nevada fueron los eventos cuyos impactos afectaron a un mayor número de infraestructuras críticas y que provocaron los mayores daños durante el año 2021.

En términos de vulnerabilidad social, los resultados suponen una primera aproximación científica a su medición frente a las catástrofes y suponen un punto de partida necesario a través del cual seguir haciendo camino en el trabajo para la prevención del impacto de las catástrofes naturales.

En definitiva, **el coste total de las catástrofes anuales en España ascendería a alrededor de 3.600 millones de euros, sumando los impactos en bienes, PIB directo e indirecto e infraestructuras críticas (no alimentarias).** De este importe, únicamente 2.300 millones de euros estarían asegurados, por lo que aproximadamente **un tercio de los daños causados por estos fenómenos naturales en nuestro país no estaría protegido por un seguro.**

Eventos naturales que más daños observables (indemnizaciones abonadas) provocaron en España en 2021

| Inicio | Duración | Evento | Zonas afectadas | Coste asegurado |
|---------------|----------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 enero | 19 días | Nevada, helada e inundación (Filomena) |  | 505 millones € |
| 1 enero | 31 días | Serie sísmica |  | 18 millones € |
| 19 marzo | 6 días | Helada |  | 83 millones € |
| 12 abril | 8 días | Helada |  | 20 millones € |
| 23 mayo | 32 días | Pedrisco y lluvia |  | 120 millones € |
| 14 agosto | 5 días | Viento y golpe de calor |  | 10 millones € |
| 1 septiembre | 90 días | Erupción volcánica (La Palma) |  | 233 millones € |
| 1 septiembre | 2 días | DANA (Gota fría) |  | 78 millones € |
| 13 septiembre | 13 días | DANA (Gota fría) |  | 99 millones € |
| 1 diciembre | 31 días | Inundación |  | 96 millones € |

Fuente: Afi a partir de Agroseguro y Consorcio de Compensación de Seguros

Reflexiones

El equipo investigador y los miembros del Comité Científico que han asesorado y guiado la elaboración de este Barómetro es consciente de que la estimación de costes ideal, aquella que se acerca a la realidad, habría de considerar de forma sistemática, además de los datos ya considerados procedentes de los importes de las indemnizaciones desembolsadas y de los costes económicos de las intervenciones de emergencia, los asociados a las siguientes dimensiones:

- El coste de todos aquellos activos y actividades afectadas que no se encuentran aseguradas.
- El coste de todos aquellos trabajos de reparación y reconstrucción asumidos por los presupuestos públicos de los distintos ministerios competentes, las comunidades autónomas y las corporaciones locales como por ejemplo (y son solo ejemplos), los asociados a las reparaciones de los daños causados por las DANAS en el Dominio Público Marítimo Terrestre (DMPT) por el Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO), o los costes de reparación de carreteras por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA).
- Los costes de todos aquellos trabajos de reparación y reconstrucción asumidos en sus presupuestos por las entidades titulares de las infraestructuras como, por ejemplo, los asumidos por Adif para la reparación de daños de las infraestructuras ferroviarias causadas por catástrofes naturales.
- Los costes que enfrentan las familias y empresas en términos de coste de oportunidad: pérdida de horas de trabajo, pérdida de horas de escolarización, imposibilidad de acceso a la prestación de servicios, tiempos de espera, etc.
- Otros efectos que puedan materializarse en el corto, medio o largo plazo y que no son visibles o identificables en un momento inmediatamente posterior al evento catastrófico.

Ahora bien, siendo conscientes de lo anterior, este trabajo ha tratado, a través de cinco aproximaciones metodológicas complementarias, avanzar en el cierre de la brecha de conocimiento y señalar las limitaciones identificadas para que posteriores ejercicios puedan ampliar el perímetro y profundidad del análisis. Esta es una tarea imprescindible en un contexto de cambio climático donde se espera que los eventos climáticos extremos aumenten en número e intensidad.

Recomendaciones

Es imprescindible mejorar la disponibilidad de datos en cantidad, granularidad, diversidad y actualidad. Para ello, será idóneo ampliar las fuentes de información disponible y aspirar a contar con un punto único de información y datos (evitando los silos de datos) al que contribuyan los distintos agentes responsables de su generación, captura, almacenamiento y análisis, incluidas las administraciones públicas y las empresas gestoras de, por ejemplo, las infraestructuras críticas. Establecer marcos de colaboración con todos aquellos agentes susceptibles de colaborar en este propósito es una recomendación básica que emana de este Barómetro.

Es asimismo imprescindible aprovechar la oportunidad y reconocer la urgencia de intensificar las labores de prevención, mitigación y adaptación ante el evidente aumento de la frecuencia y la intensidad de este tipo de catástrofes, muchas de ellas asociadas al cambio climático. Entre dichas labores, priman las de concienciación de la población, las empresas y los hogares hacia la importancia de estar asegurado, y las de incorporar los riesgos climáticos en la toma de decisiones.

Resulta también importante **visibilizar el esfuerzo que realizan los agentes públicos y privados para paliar los efectos más inmediatos de las catástrofes** en España, en términos de aseguramiento, indemnizaciones, reparaciones y reconstrucciones.

También es muy importante recordar las recomendaciones básicas de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias que, como órgano directivo que tiene entre sus fines potenciar las acciones preventivas y extender la cultura de la autoprotección, traslada para poder prepararnos mejor ante una situación de emergencia, así como para poder actuar en estas situaciones. Recordemos que las situaciones de emergencia son repentinas y ocurren sin previo aviso.

1. En tu vivienda, ten preparado un equipo con artículos básicos de supervivencia. No olvides las necesidades específicas de determinados miembros de la familia, como personas con discapacidad, bebés y personas mayores.
2. En tus desplazamientos, infórmate de las predicciones meteorológicas, del estado de las carreteras y del transporte público.
3. Si es imprescindible coger el coche, planifica el trayecto, equípate y conduce con prudencia.
4. Como prevención, si estás en un lugar cerrado, fíjate en la vías y salidas de emergencia.
5. Si se produce una situación de emergencia, llama al teléfono único de emergencias 112 y sigue las instrucciones dadas por el operador. Comunica de forma clara y concisa lo que está sucediendo. Una vez hecha la llamada, no utilices el teléfono para evitar el colapso de las líneas.
6. En caso de evacuación, sal inmediatamente del edificio y no te entretengas cogiendo objetos personales. Camina deprisa, pero sin correr, y no utilices nunca el ascensor.
7. Si se produce una emergencia en un establecimiento industrial cercano a tu vivienda, quédate en casa o refúgiate en el local cerrado más próximo cerrando puertas y ventanas.
8. Ante una emergencia conserva la tranquilidad y actúa con serenidad y rapidez.
9. Evita propagar y hacer caso a rumores que generan confusión. Infórmate a través de medios oficiales y permanece atento a sus recomendaciones.
10. Atiende las previsiones y noticias actualizadas que los medios de comunicación vayan dando sobre la emergencia. Actúa con prudencia y sigue las directrices de las autoridades para no entorpecer los trabajos de los equipos de emergencia.

Bibliografía

- [1] S. Hallegatte and V. Przyluski, "The Economics of Natural Disasters : Concepts and Methods," The World Bank, Dec. 2010.
- [2] LISA Institute, "Infraestructuras críticas: definición, planes, riesgos y amenazas – LISA Institute."
- [3] "Directiva 2008/114/CE del Consejo, de 8 de diciembre de 2008, sobre la identificación y designación de infraestructuras críticas europeas y la evaluación de la necesidad de mejorar su protección.," 2008.
- [4] Jefatura del Estado, "BOE.es - BOE-A-2011-7630 Ley 8/2011, de 28 de abril, por la que se establecen medidas para la protección de las infraestructuras críticas."
- [5] UNDRR, "Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the resilience of nations and communities to disasters ," Hyogo, Japan, 2007.
- [6] A. Laugé, J. Hernantes, and J. M. Sarriegi, "Critical infrastructure dependencies: A holistic, dynamic and quantitative approach," *Int. J. Crit. Infrastruct. Prot.*, vol. 8, pp. 16–23, Jan. 2015.
- [7] R. Berariu, C. Fikar, M. Gronalt, and P. Hirsch, "Understanding the impact of cascade effects of natural disasters on disaster relief operations," *Int. J. Disaster Risk Reduct.*, vol. 12, pp. 350–356, Jun. 2015.
- [8] A. Laugé-Eizaguirre, "Crisis Management Toolbox: The relevant role of Critical Infrastructures and their Dependencies," Universidad de Navarra, 2014.
- [9] "¿En qué meses se consume más electricidad? - CHC Energía."
- [10] Datosmacro.com, "España - Consumo de electricidad 2021 | datosmacro.com."
- [11] datosmacro.com, "España - Precios de la electricidad de los hogares 2021 | datosmacro.com."
- [12] tarifaluzhora, "Consumo de gas en España: ¿cuánto se paga de media al mes?"
- [13] PrecioGas, "¿Cuál es el Precio del Gas Natural HOY? | Evolución en 2022."
- [14] "Consumo medio de agua en los hogares españoles - Fundación Aqualia."
- [15] rastreator.com, "¿Cuánto se paga al mes por los suministros básicos? | Rastreator."
- [16] M. y A. U. Ministerio de Transportes, "Plan de Vialidad Invernal 2021/2022."
- [17] C. Garcia Baena, "Mantener cada kilómetro de autovía cuesta 80.000 euros al año - NIUS."
- [18] UNESCO, "World Heritage Centre - Managing Disaster Risks for World Heritage," 2010.
- [19] I. Zafra, "La escuela asume el reto de una nueva vuelta de vacaciones con el frío de 'Filomena' | Educación Infantil y Primaria | EL PAÍS," *EL PAÍS*, 2021.
- [20] M. SADABA, "Seis centros educativos de Aragón siguen cerrados y 21 rutas se han cancelado por los efectos de Filomena," *Heraldo*, 2021.
- [21] "Filomena: Madrid cierra los centros educativos hasta el 18 de enero," *Ultima Hora*, 2021.
- [22] R. Roca, "Así ha sobrevivido la red eléctrica española a Filomena sin causar cortes de suministro- *El Periódico de la Energía*,"
- [23] J. NAVARRO, "Borrasca Filomena: Las 60 horas sin electricidad de Villanueva de Bogas | España | *EL PAÍS*," 2021.
- [24] L. De Vega, "Temporal Filomena: 'Estamos quemados tras 12 horas sin luz y llevan así tres meses en La Cañada' | Madrid | *EL PAÍS*," 2021.
- [25] D. Fresneda, "Temporal Filomena | Tres días sin luz ni calefacción en plena ola de frío," 2021.
- [26] E. Sanchez, "La Cañada Real de Madrid, sin luz en plena ola de frío histórica | *Euronews*," 2021.
- [27] "Filomena deja sin luz, agua corriente ni calefacción a miles de vecinos de Toledo," 2021.
- [28] É. MONTAÑÉS, S. MEDIALDEA, and M. R. DOMINGO, "La peor borrasca, Filomena, en cifras: tres fallecidos, 27.000 abonados sin luz y 1.500 rescates," 2021.
- [29] "'Filomena' deja sin suministro eléctrico a Portell (Castellón)," 2021.
- [30] M. Ángel Vázquez, "EL ASEGURAMIENTO INDUSTRIAL EN ESPAÑA | Datos 2019-2020."
- [31] MINISTERIO DE SANIDAD, "INFORMES, ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN 2022," 2022.
- [32] E. Gonzales, "Solo dos de cada 10 españoles cobran lo mismo que un médico," 2022.

- [33] J. Ortega, “El fin de semana en que Filomena tumbó a Barajas,” 2021.
- [34] R. MUÑOZ, “Las infraestructuras estatales también fallaron en Madrid por ‘Filomena’ | España | EL PAÍS,” 13-Jan-2021.
- [35] N. López, “Borrasca Filomena: hoy son 632 km los tramos intransitables. Listado completo, por provincias (ACTUALIZACIÓN),” 08-Jan-2021.
- [36] Wikipedia, “Anexo:Flota de Air Europa - Wikipedia, la enciclopedia libre.”
- [37] E.F., “Albacete fue la zona de España mas dañada por las heladas del mes de marzo,” La Tribuna.
- [38] MR seguros, “DAÑOS POR HELADA PRIMAVERAL (días 19 y 20 de marzo 2021) – MR seguros.”
- [39] agroclm, “Las heladas de primeros de abril provocaron daños en 85.000 hectáreas - AgroCLM,” 2022.
- [40] COPE, “Graves daños causados por la lluvia y el granizo: las imágenes de la tormenta que ha recorrido España - Sociedad - COPE,” 2021.
- [41] El Confidencial, “Más de media España en alerta por fuertes tormentas y granizos,” 2021.
- [42] La razon, “El pedrisco de mayo deja más de 10 millones de euros de daños en cultivos,” La razon, Jun-2021.
- [43] D. Gutiérrez Rubio, “La ola de calor del puente de agosto’21 y los récords de temperaturas en España | Aemetblog,” aemetblog, 18-Aug-2021.
- [44] J. F. Cadenas and L. Navarro Soler, “Las muertes atribuibles a la ola de calor se adelantan,” 2022.
- [45] N. Salinas, “Mayores y con pocos recursos, las víctimas más vulnerables de la ola de calor | El Periódico de España,” Aug-2022.
- [46] Noticias, “Un estudio revela que las olas de calor afectan a la salud mental,” 22-Jul-2022.
- [47] RTVE Noticias, “Toda ESPAÑA en alerta por las FUERTES LLUVIAS: INUNDACIONES en TARRAGONA y CASTELLÓN | RTVE - YouTube,” 01-Sep-2021.
- [48] EFE, “Continúan los últimos azotes de la DANA tras causar daños e inundaciones - Levante-EMV,” 02-Sep-2021.
- [49] Herald, “Las lluvias de la DANA cortan carreteras, atrapan a varias personas y causan muchos años en el litoral de Tarragona y Castellón,” 01-Sep-2021.
- [50] El Confidencial, “Los últimos coletazos de la DANA provocan numerosos daños e inundaciones,” 02-Sep-2021.
- [51] Agronegocios, “DANA de final de septiembre dañó más de 25.000 ha aseguradas,” Agronegocios, 01-Oct-2020.
- [52] El Confidencial, “Andalucía, Extremadura y Baleares, las CCAA más afectadas por las lluvias de la DANA,” 19-Sep-2021.
- [53] N. D. Hermoso, C. Del Pino, and A. Dura, “La DANA causa estragos en media España con inundaciones y cortes de carretera,” La vanguardia, 23-Sep-2021.
- [54] EFE, I. Vega, and E. Saiz, “Lluvias torrenciales: La gota fría deja fuertes inundaciones en Andalucía, Extremadura y Baleares | España | EL PAÍS,” 21-Sep-2018.
- [55] eComercio agrario, “Más de 18 Mll € para el agro de Canarias por el volcán - eComercio Agrario,” 05-Oct-2021.
- [56] G. Vega and I. De Barron, “Guía de las ayudas para los afectados por el volcán | Sociedad | EL PAÍS,” El Pais, 25-Sep-2018.
- [57] movilidad agenda urbana Ministerio de transportes, “Mitma ejecutará una nueva carretera que permitirá reestablecer la conexión viaria en la vertiente occidental de la isla de La Palma, afectada por la erupción volcánica de 2021 | Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana,” 22-Mar-2022.
- [58] La Informacion, “Canarias anuncia el final de la erupción del volcán después de 85 días en activo,” 19-Dec-2021.
- [59] M. del M. González, “Las otras víctimas del volcán: los muertos en La Palma durante la erupción se doblaron respecto a toda Canarias,” 24-May-2019.
- [60] RTVE.es, “Las intensas lluvias provocan inundaciones en el norte,” 11-Dec-2019.

- [61] EFE, "La nieve y la crecida del Ebro mantienen cortadas siete carreteras en Aragón," *Heraldo*, 13-Dec-2021.
- [62] A. Zabala and I. Marin, "Medidas de urgencia tras el aislamiento del Hospital de Mendaro | El Diario Vasco," *El Diario Vasco*, 11-Dec-2019.
- [63] Europa Press. Pamplona, "Desarrollo Rural cifra en 10.000 las hectáreas netas de cultivo afectadas por las inundaciones en Navarra," *Diario De Navarra*, 16-Dec-2019.
- [64] Adu, D. T., Kuwornu, J. K. M., Anim-Somuah, H., & Sasaki, N. (2018). Application of livelihood vulnerability index in assessing smallholder maize farming households' vulnerability to climate change in Brong-Ahafo region of Ghana. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 39(1), 22-32.
- [65] Baijnath-Rodino, J. A., Albizua, A., Sushama, L., Bennett, E., & Robinson, B. E. (2021). Determining Freshwater Lake Communities' Vulnerability to Snowstorms in the Northwest Territories. *Water*, 13(13), 1816.
- [66] Beccari, B. (2016). A Comparative Analysis of Disaster Risk, Vulnerability and Resilience Composite Indicators. *PLoS Currents*, 8, ecurrents.dis.453df025e34b682e9737f95070f9b970.
- [67] Becker, W., Saisana, M., Paruolo, P., & Vandecasteele, I. (2017). Weights and importance in composite indicators: Closing the gap. *Ecological Indicators*, 80, 12-22. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.056>
- [68] Flanagan, B., Gregory, E., Hallisey, E., Heitgerd, J., & Lewis, B. (2011). A Social Vulnerability Index for Disaster Management. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 8. <https://doi.org/10.2202/1547-7355.1792>
- [69] Hahn, M. B., Riederer, A. M., & Foster, S. O. (2009). The Livelihood Vulnerability Index: A pragmatic approach to assessing risks from climate variability and change—A case study in Mozambique. *Global Environmental Change*, 19(1), 74-88. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.11.002>
- [70] IPCC (Inter-governmental Panel on Climate Change). 2001. J. McCarthy; O. Canziani; N. Leary; D. Dokken; and K. White (eds) In *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge University Press. Cambridge.
- [71] Lam, N. S.-N., Arenas, H., Brito, P. L., & Liu, K.-B. (2014). Assessment of vulnerability and adaptive capacity to coastal hazards in the Caribbean Region. *Journal of Coastal Research*, 70(sp1), 473-478. <https://doi.org/10.2112/SI70-080.1>
- [72] Papathoma-Köhle, M., Schlögl, M., & Fuchs, S. (2019). Vulnerability indicators for natural hazards: An innovative selection and weighting approach. *Scientific Reports*, 9(1), 15026. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50257-2>

Fundación
AON
España

***“Siempre con las personas
frente al riesgo”***

www.fundacionaon.es

Calle Rosario Pino, 14-16, 28020, Madrid

Este documento se ha elaborado con la colaboración de
Analistas Financieros Internacionales.